

اثرهای نیترات کلسیم و کلرید کلسیم بر کیفیت و عمر گلجایی ورد رقم 'رد گانت' THE EFFECTS OF CALCIUM CHLORIDE AND CALCIUM NITRATE ON QUALITY AND VASE LIFE OF ROSE FLOWERS CV. 'RED GANT'

سپیده کلاته جاری، احمد خلیقی، فواد مرادی و محمدرضا فتاحی مقدم^۲

چکیده

در این پژوهش گل های بریدنی ورد (رز) رقم 'ردگانت' با غلظت های مختلفی از نمک های کلرید کلسیم و نیترات کلسیم به صورت غوطه وری برای مدت ۱ ساعت تیمار شدند. سپس جهت ارزیابی تا پایان آزمایش در محلول نگهدارنده حاوی ۲٪ ساکارز و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر ۸- هیدروکسی کوئینولین سولفات قرار گرفتند و نقش کلسیم در صفت های مرتبط با پیری گل بررسی گردید. نتایج نشان داد که کلرید کلسیم با غلظت های ۰/۵ و ۱٪ موجب افزایش طول عمر گل ها، بهبود روابط آبی و تاخیر در پیری آن ها گردید. نیترات کلسیم توانست تنها در غلظت ۰/۵٪ اثر مثبت در افزایش طول گل داشته و پیری را به تعویق اندازد. غلظت های دیگر این نمک (۰/۲۵٪ و ۱٪) باعث بروز اثرات نامطلوبی در کیفیت گل ها شد. طبق نتایج، کلرید کلسیم یا نیترات کلسیم با غلظت ۰/۵٪ از طریق تاخیر در فرایندهای مرتبط با پیری با افزایش میزان جذب محلول توسط شاخه های گل بریدنی ورد، افزایش میزان آب درون گلبرگ ها و برگ ها، حفظ میزان پروتئین های محلول در گلبرگ ها و کربوهیدرات های گلبرگ ها و برگ ها، عمر گلجایی را افزایش داد. در نهایت، این دو تیمار برای افزایش عمر گلجایی ورد رقم 'ردگانت' قابل توصیه می باشد.

واژه های کلیدی: رز، عمر گلجایی، کلرید کلسیم، محلول نگهدارنده گل، نیترات کلسیم، ورد.

مقدمه

گل ورد یکی از مهمترین گل های بریدنی در جهان می باشد به طوری که امروزه از لحاظ کشت و کار و تجارت رتبه نخست را در دنیا به خود اختصاص داده است (۲۵). یکی از مشکلات عمده گل های بریدنی طول عمر کوتاه آن هاست و این امر سبب افزایش میزان ضایعات آن شده است. بنابراین استفاده از روش هایی که کیفیت گل ها را حفظ و عمر گلجایی آن ها را افزایش دهد از جایگاه ویژه ای برخوردار است. از روش های متداول نگهداری گل های بریدنی، استفاده از محلول های نگهدارنده مختلف می باشد. ساکارز یکی از ترکیبات معمول مورد استفاده در این محلول هاست. این ماده منبع تامین انرژی و پیش ماده مورد نیاز برای تنفس و تشکیل اسکلت کربنی می باشد (۲۰، ۲۲). به هر حال، قندها رشد و افزایش بیشتر باکتری های موجود در محلول را تحریک نموده که در نهایت موجب انسداد آوند های چوبی گل های بریدنی می گردند (۲۲). بنابراین استفاده از مواد ضد عفونی کننده و میکروب کش مانند نمک های هیدروکسی کوئینولین در محلول های گلدانی، به جلوگیری

از انسداد آوندهای ساقه کمک نموده، موجب کاهش رشد میکروب ها، کاهش مقاومت ساقه نسبت به جریان آب، افزایش جذب محلول توسط گل ها و در نهایت افزایش عمر گلجایی آن ها می‌گردد (۴، ۱۱). یکی مورا و سوتو^۱ (۱۰) ساکارز را به صورت تیمار کوتاه مدت^۲ و مداوم در محلول گلدانی همراه با 8-HQS^۳ در گل های بریدنی 'سویت پی'^۴ استفاده نمودند. تیمار ساکارز به صورت مداوم و تیمار کوتاه مدتی که ۲۴ ساعت پس از برداشت گل ها استفاده شده بود، موجب افزایش عمر گلجایی آن ها و همچنین افزایش میزان کربوهیدرات ها، وزن تر گلچه ها و کاهش میزان تولید اتیلن گردید. عمر گلجایی ورد مینیاتوری نیز با استفاده از ساکارز افزایش یافته است (۱۴). ساکارز همراه با 8-HQS در گل های بریدنی میخک از طریق جلوگیری از فعالیت آنزیم ACC اکسیداز و در نتیجه تولید اتیلن طول عمر گلجایی را افزایش داد (۲۰). در رقم های مختلف گل های بریدنی ورد مشاهده شد که افزودن ساکارز به 8-HQS در افزایش عمر گلجایی و حفظ ویژگی های کیفی گل ها موثرتر از 8-HQS به تنهایی بوده است (۶). کلسیم به عنوان یک عامل کند کننده فرایند پیری باعث افزایش عمر گلجایی گل ها می‌شود (۸، ۲۶). کلسیم باعث حفظ سلامت غشاء و حفظ نفوذ پذیری انتخابی آن و در نتیجه تاخیر در پیری که با تغییرات در ساختار و عمل غشاء یاخته (سلول) همراه است می‌گردد (۱۸، ۱۹). کلسیم موجب حفظ ساختار تیغه میانی و افزایش چسبندگی یاخته ها به یکدیگر می‌گردد (۱۹) در نتیجه، تخریب و از هم پاشیدگی دیواره یاخته ای کاهش یافته یا به تاخیر می‌افتد. بنابراین در صورت کاهش کلسیم بافت ها، کاربرد این نمک به صورت خارجی می‌تواند از فرایند پیری جلوگیری نموده یا این فرایند را به تاخیر بیندازد (۱۹). تیمار گل های بریدنی مریم با غلظت های مختلف نمک کلرید کلسیم، شکوفایی غنچه ها را به تاخیر انداخت که این امر با تاخیر در پژمردگی و پیری گل ها مرتبط بود. این نمک همچنین میزان تنفس گل ها را نیز کاهش و جذب آب توسط گل آذین ها را افزایش داد (۲).

تور و همکاران^۵ (۲۶) با تیمار گلبرگ ها و گل های کامل ورد ارقام 'مرسدس' و 'بارونز' با کلرید کلسیم مشاهده کردند که این نمک موجب تحریک شکوفایی گل ها گردید و با به تعویق انداختن نشت یونی در غشای گلبرگ ها و ایجاد تاخیر در کاهش پروتئین های غشاء و فسفولیپیدهای گلبرگ ها طول عمر آن ها را افزایش داد. جراسوپولوس و شبلی^۸ (۸) گزارش کردند که تیمار با کلرید کلسیم ۱٪ به صورت غوطه وری موجب افزایش عمر گلجایی ژربرا و کاهش ناهنجاری خمیدگی ساقه ها گردید. در بررسی اثر غلظت های مختلف نیترات کلسیم در گل های بریدنی ورد مشخص شد که تیمار با کلسیم باعث افزایش طول عمر پس از برداشت گل ها به طور معنی داری گردید و اما در میزان جذب محلول و شکفتن گل ها در گیاهان تیمار و شاهد تغییر معنی داری مشاهده نشد. کاربرد کلسیم باعث حفظ وزن تر گل ها برای مدت بیشتری نیز شده است (۱۸). هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر نمک های کلسیم به روش غوطه وری بر عمر گلجایی و صفت های کیفی گل های بریدنی ورد رقم 'ردگانت' بوده است.

مواد و روش ها

مواد گیاهی

گل های ورد رقم 'رد گانت' در مرحله ای که کاسبرگ ها از یکدیگر جدا شده و کامل به عقب برگشته ولی گل ها هنوز شکوفا نشده و به صورت غنچه بودند در ساعات اولیه صبح از گلخانه ای تجاری در اطراف کرج برداشت و در بسته بندی مناسب و مطلوب در مدت ۳ ساعت به آزمایشگاه منتقل شدند.

تیمارها

در آزمایشگاه ابتدا برگ های پایینی شاخه ها حذف شد و سپس آن ها را برای مدت ۱ ساعت به شکل وارونه در ظروف پلاستیکی حاوی ۷ لیتر از محلول های تیماری مختلف قرار گرفتند (۸). این تیمارها عبارت بودند از:

۱- شاهد (آب مقطر)، ۲- کلرید کلسیم ۰/۲۵٪، ۳- کلرید کلسیم ۰/۵٪، ۴- کلرید کلسیم ۱٪، ۵- نیترات کلسیم ۰/۲۵٪، ۶- نیترات کلسیم ۰/۵٪ و ۷- نیترات کلسیم ۱٪.

پس از انجام تیمارهای فوق، انتهای شاخه های گل به طول ۴۰ یا ۶۰ سانتیمتر در داخل آب دوباره بریده شدند و سپس جهت ارزیابی تا پایان عمر گلجایی در داخل استوانه های مدرج حاوی ۵۰۰ میلی لیتر محلول نگهدارنده شامل ساکارز (۲٪) و 8-HQS (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) قرار گرفتند. همچنین یک دسته از گل های شاهد تا پایان عمر گلجایی در آب مقطر قرار گرفتند. محلول های فوق به صورت ۲ روز یک بار تعویض شدند. شرایط دمایی اتاق ارزیابی ۲۲-۲۳ درجه سانتی گراد، نورگاه (فتوپریود) ۱۲ ساعت روشنایی، شدت نور ۲۰-۱۵ میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه با استفاده از لامپ های فلورسنت سفید، رطوبت نسبی ۶۰٪ و دارای تهویه مناسب بود.

صفت های اندازه گیری شده

قطر گل، میزان جذب محلول توسط هر شاخه گل، وزن تر گل، میزان آب گلبرگ ها و برگ ها و طول عمر گل ها در تمام تیمارها اندازه گیری شدند. میزان پروتئین های محلول، کربوهیدرات های محلول و نشاسته و کربوهیدرات های کل در گلبرگ ها و برگ ها در تیمارهای کلرید کلسیم ۰/۵٪ و نیترات کلسیم ۰/۵٪ (بهترین تیمارها)، محلول نگهدارنده استاندارد و همچنین تیمار شاهد آب مقطر در روز شروع آزمایش (روز صفر)، روزهای ۳، ۶ و ۹ اندازه گیری شدند. قطر گل ها که نشانگر میزان شکوفایی گل ها می باشد هر روز با کولیس اندازه گیری شد. محاسبه وزن تر نسبی^۱ گل ها مطابق با روش کلیکل و رید^۲ (۵) یک روز در میان در روزهای صفر، ۱، ۳، ۵ و... با استفاده از فرمول زیر انجام شد:

$$R.F.W. (\%) = (W_t/W_0) \times 100$$

که در آن W_t وزن تر ساقه در روزهای ۰، ۱، ۳ و... و W_0 وزن تر ساقه گل در روز صفر می باشد. برای اندازه گیری میزان آب^۲ موجود در گلبرگ ها و برگ ها، در روز شروع آزمایش (روز صفر) و روزهای ۳، ۶، ۹ و ۱۵ (پایان آزمایش) مطابق با روش اوتسوبو و ایوایا-اینول^۴ (۱۷) ابتدا مقداری از گلبرگ و برگ وزن شده و وزن تر آن ها یادداشت شد، سپس برای مدت ۷۲ ساعت در آن ۶۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و وزن خشک آن ها یادداشت و نسبت مذکور از اختلاف آن نسبت به وزن تر اولیه به دست آمد:

$$(\text{وزن خشک}) / ((\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}) = (g. g^{-1} d.wt.) \text{ میزان آب}$$

برای اندازه گیری میزان محلول جذب شده^۵ توسط هر شاخه گل^۴ در هر روز، بعد از قرارگیری گل ها در داخل محلول نگهدارنده در استوانه های مدرج، دهانه ظروف به طور کامل مسدود گردید تا از تبخیر محلول جلوگیری

گرد تا کاهش میزان محلول موجود در ظرف فقط به علت جذب آن توسط گل ها باشد. مقدار اولیه محلول ۵۰۰ میلی لیتر بود و کاهش میزان محلول از مقدار اولیه هر روز یادداشت گردیده و دوباره با افزودن محلول مصرف شده به داخل ظرف حجم محلول به میزان ۵۰۰ میلی لیتر تنظیم گردید. در نهایت میزان جذب محلول در هر ساقه گل و در هر روز مطابق با روش هتیاراچی و همکاران^۱ (۹) محاسبه گردید:

$$(V_{t-1} - V_t) / \text{stem} = \text{محلول جذب شده (ml day}^{-1}\text{stem}^{-1}\text{)}$$

که در آن V_t حجم محلول در روز ۱، ۲، ... و V_{t-1} حجم محلول در روز قبل می باشد.

اندازه‌گیری پروتئین های محلول گلبرگ به روش برادفورد^۲ (۳) انجام گردید و آلبومین سرم گاوی^۳ به عنوان استاندارد آن استفاده شد. برای استخراج پروتئین گلبرگ ابتدا ۰/۵ گرم گلبرگ توزین و در هاون همراه با نیتروژن مایع خرد شد. سپس ۵ میلی لیتر از بافر استخراج شامل (۱۰ میلی مولار دی تیوتریتول^۴ (DTT)، ۱۰ میلی مولار سولفات منیزیم^۵ و ۱۰۰ میلی مولار تریس^۶ (pH:۷/۶) به هر نمونه افزوده شد و سپس نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس نمونه ها ۱۰ دقیقه در دمای ۶ درجه سانتی گراد و سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. در مرحله بعد ۰/۱ میلی لیتر از محلول روشنوار با ۵ میلی لیتر معرف براد فورد مخلوط و میزان جذب محلول در طول موج ۵۹۵ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. غلظت قندهای محلول و نشاسته با روش فنل- سولفوریک اسید با استفاده از ۰/۱ گرم برگ یا گلبرگ خشک شده (در آون در دمای ۶۰ و مدت ۴۸ ساعت) تعیین شد و از گلوکز به عنوان استاندارد استفاده گردید. مراحل آماده سازی نمونه ها جهت سنجش قندهای محلول مطابق با روش استیوارت^۷ (۲۳) انجام گردید. استخراج نشاسته از بافت با استفاده از روش هیدرولیز اسیدی با پرکلریک اسید انجام و در نهایت میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر اندازه گیری و سپس مقدار آن محاسبه گردید.

طول عمر گل با مشاهده نشانه هایی مثل پژمردگی گلبرگ ها یا پلاسیدگی آن ها، تغییر رنگ یا ریزش گلبرگ ها، خمیدگی گردن گل ها یا پژمردگی آن ها که بازار پسندی گل ها را کاهش می دهد، قابل ارزیابی می باشد. بر این اساس طول عمر گل ها در هر تیمار به طور جداگانه بررسی و یادداشت برداری گردید. در این آزمایش کلیه صفت ها به جز طول عمر گل به صورت کرت خرد شده بر مبنای طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۶ شاخه گل در هر تکرار (واحد آزمایشی) انجام شد که در آن طول شاخه گل به عنوان بلوک (بلوک ۱ و ۲ = طول شاخه ۶۰ سانتیمتر و بلوک ۳ = طول شاخه ۴۰ سانتیمتر)، زمان نمونه برداری به عنوان کرت اصلی و تیمارها به عنوان کرت فرعی آنالیز شدند. ابتدا داده ها در نرم افزار Excell ثبت شدند سپس تجزیه و تحلیل آن ها با استفاده از نرم افزارهای آماری MSTATC و SAS انجام و مقایسه میانگین ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن (DMRT) انجام شد.

نتایج و بحث

عمر گلجایی گل ها

تیمار گل های بریدنی ورد با محلول های کلسیمی طول عمر آن ها را در مقایسه با تیمار شاهد (۹/۶۵ روز) افزایش داد، اگر چه غلظت های ۱٪ و ۲۵٪/۰ نیترات کلسیم با شاهد اختلاف معنی داری را نشان ندادند.

۱- Hettiarachchi et al.

۲- Bradford

۳- Buvin serum albumin

۴- Dithioeritol

۵- MgSO₄

۶- Tris-HCl

۷- Stewart

بیشترین میزان طول عمر در گل های تیمار شده با غلظت های ۰/۵٪ کلرید و نیترات کلسیم و ۱٪ کلرید کلسیم و کمترین تعداد روز در گل های تیمار شده با ۰/۲۵٪ نیترات کلسیم مشاهده شد (جدول ۱).

مقدار آب درون گلبرگ ها

تغییرات میزان آب درونی گلبرگ ها در تیمارهای مختلف تا روز نهم ارزیابی معنی دار نبود و میزان آن در حد روز صفر (روز شروع آزمایش) بود و اما پس از آن نسبت یاد شده در همه تیمارها به تدریج کاهش یافت به طوری که در روز پانزدهم ارزیابی، بیشترین نسبت وزن تر به خشک گلبرگ در تیمارهای ساکارز همراه با 8-HQS، ۰/۵٪ و ۱٪ کلرید کلسیم (به ترتیب با مقادیر ۳، ۳ و ۲/۸ گرم بر گرم وزن خشک) مشاهده گردید. از دست دادن آب گلبرگ ها و پژمرده شدن آن ها در گل های تیمار شده با ۰/۲۵٪ نیترات کلسیم سریع تر از سایر تیمارها اتفاق افتاد و این گل ها عمر گلجایی کوتاهی داشتند (شکل ۱).

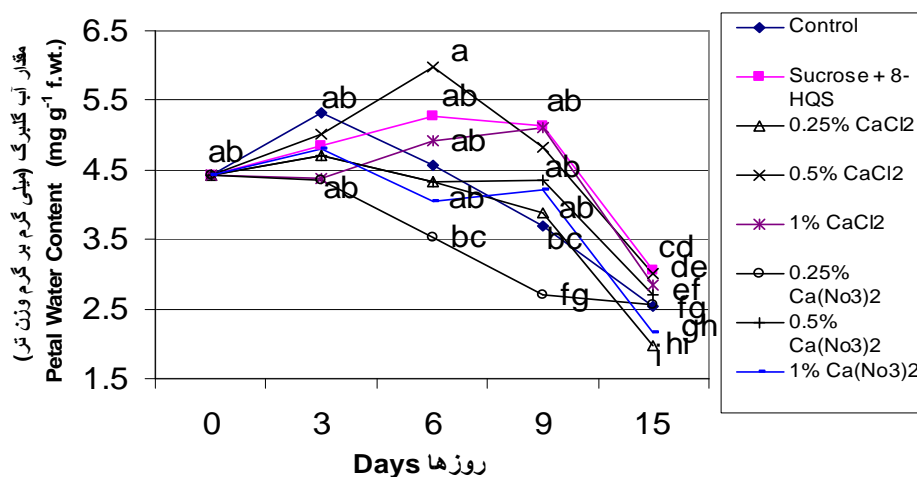


Fig. 1. Interaction of different treatments and time on petal water content of 'Red Gant' rose cut flowers.

شکل ۱- برهمکنش تیمارهای مختلف و زمان بر میزان آب گلبرگ ها در گل های شاخه بریدنی ورد رقم 'ردگانت'.

ارتباط بین عمر گلجایی و میزان آب گلبرگ ها مطابق با فرمول $y=0.5147x + 1.9309$ با $R^2=0.9054$ تعیین شد که y مقدار آب گلبرگ و x طول عمر گل می باشد.

میزان آب درون برگ ها

تغییرهای میزان آب درونی برگ ها در تیمارهای مختلف مورد ارزیابی به جز ۰/۲۵٪ نیترات کلسیم از نظر آماری معنی دار نبود. در تیمار یاد شده کمترین میزان آب در برگ ها وجود داشت که نشانگر پژمرده شدن زود هنگام برگ ها در این تیمار بود (۲/۳ گرم بر گرم وزن خشک در مقایسه با شاهد به میزان ۲/۸). تغییرهای نسبت یاد شده در زمان های مختلف ارزیابی معنی دار نبود (جدول ۱).

قطر گل ها

قطر گل ها در تیمار شاهد (۸۰/۵ میلی متر) به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بود و در سایر تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشت، به جز تیمار ۱٪ کلرید کلسیم که مقداری قطر آن ها را کاهش داد. در

تیمار شاهد شکوفایی سریع گل ها موجب نمایان شدن پرچم های آن ها گردید به طوری که ظاهر بازار پسند و مطلوب خود را سریع از دست دادند ولی در سایر تیمارها کاهش میزان قطر گل ها موجب حفظ حالت غنچه نیمه باز برای مدت زمان بیشتری گردید و به دنبال آن ظاهر بازار پسند و مطلوب گل ها نیز برای مدت زمان بیشتری حفظ گردید (جدول ۱). البته با افزایش عمر گلجایی، قطر گل ها به تدریج افزایش یافت به طوری که در روز هفتم، به طور کامل شکوفا گردیده و پس از آن میزان قطر گل ثابت بود.

میزان مصرف محلول نگهدارنده

میزان جذب محلول در همه تیمارها به تدریج در دوره ارزیابی کاهش یافت در حالی که میزان کاهش در تیمارهای مختلف متفاوت بود. کمترین میزان جذب محلول در گل های تیمار شده با ۰/۲۵٪ نیترات کلسیم مشاهده گردید که از همان ابتدا میزان جذب محلول به شدت کاهش یافت و این روند تا آخر دوره ارزیابی نیز ادامه داشت (در روز آخر ارزیابی ۲۵/۷٪ و مقدار اولیه ۱۰۰٪) و این گل ها عمر گلجایی کوتاهی داشتند. بیشترین میزان جذب محلول در تیمارهای ۰/۵٪ و ۱٪ کلرید کلسیم مشاهده گردید که بیشترین عمر گلجایی گل ها را نیز نشان دادند (شکل ۲). نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی داری را در میزان جذب محلول نگهدارنده در بین بلوک ها نشان داد. بر این اساس گل های با طول ساقه بلندتر محلول بیشتری جذب نمودند. ارتباط بین عمر گلجایی و میزان مصرف محلول نگهدارنده مطابق با فرمول $y=4.1861x + 31.145$ با $R^2=0.5462$ تعیین شد که y میزان مصرف محلول نگهدارنده و x طول عمر گل می باشد.

وزن تر نسبی (R.F.W)

در تیمارهای شاهد و ۰/۲۵٪ نیترات کلسیم بعد از ۳ روز میزان وزن تر نسبی گل ها کاهش یافت و به کمتر از مقادیر اولیه رسید. این روند کاهش تا آخر آزمایش ادامه داشت (روز آخر ارزیابی به ترتیب ۸۶/۷٪ و ۸۲/۵٪). در سایر تیمارها میزان این صفت تا روز هفتم ارزیابی به تدریج افزایش و سپس به تدریج شروع به کاهش نمود به طوری که در پایان دوره ارزیابی در روز نهم وزن تر نسبی گل ها همچنان بالاتر یا در حد میزان اولیه در روز صفر بود. (شکل ۲).

وزن تر نسبی در بین بلوک ها نیز تفاوت معنی داری را نشان داد و گل های با طول ساقه بلندتر وزن تر نسبی بیشتری داشتند. ارتباط بین عمر گلجایی و وزن تر نسبی گل ها مطابق با فرمول $y=1.8831x + 80.59$ با $R^2=0.6139$ تعیین شد که y وزن تر نسبی گل و x طول عمر گل می باشد.

با افزایش عمر گلجایی به تدریج روابط آبی گل های بریدنی تغییر می کند و کاهش میزان جذب محلول، کاهش وزن تر نسبی و کاهش میزان آب موجود در اندام های مختلف شاخه گل مشاهده می شود. یکی از علل این تغییر میکروارگانیزم هایی است که درون ساقه گل رشد نموده و باعث ایجاد اختلال در جذب آب و در نهایت پژمردگی گل ها می گردند (۱۸). تیمار گل های بریدنی با کلسیم می تواند باعث تاخیر در پیری، بهبود روابط آبی و افزایش عمر گلجایی شود. کلسیم با کنترل فعالیت میکروبی در گل های بریدنی (۱۶) و افزایش استحکام دیواره یاخته ای از طریق ایجاد کمپلکس بین دیواره یاخته ای و پلی گالاکتورونیک اسید، تیغه میانی باعث افزایش مقاومت بافت در برابر حمله باکتری ها و قارچ ها می شود (۱، ۸، ۲۱)، همچنین از رشد میکروب ها نیز جلوگیری می نماید (۲۱، ۲۶) در نتیجه باعث بهبود روابط آبی گل های بریدنی می گردد.

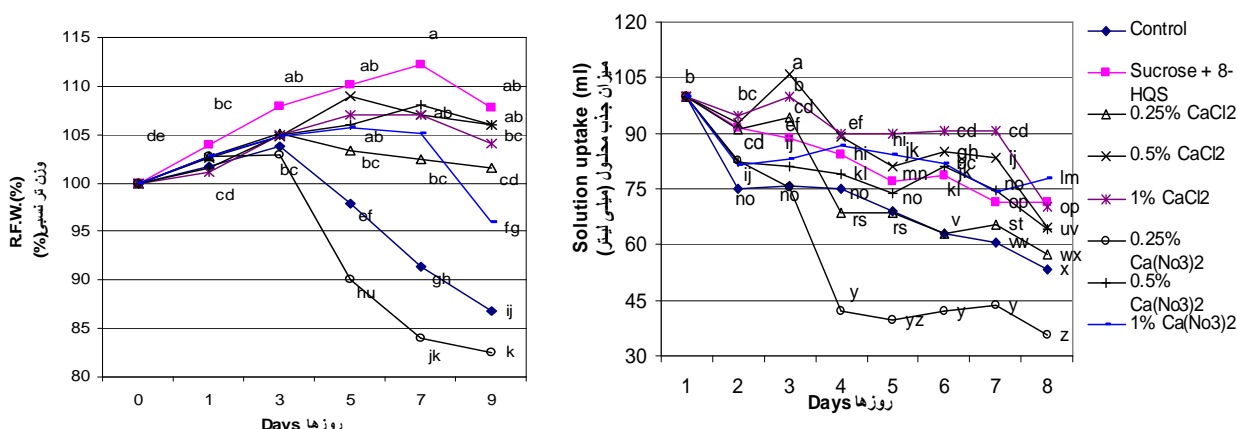


Fig. 2. Interaction of different treatments and time on solution uptake and relative fresh weight (R.F.W.) of 'Red Gant' rose cut flowers.

شکل ۲- برهمکنش تیمارهای مختلف و زمان بر میزان جذب محلول و وزن تر نسبی توسط گل های شاخه بریدنی ورد رقم "ردگانت".

نتایج این پژوهش مبنی بر اثر مثبت کلسیم در بهبود روابط آبی گل های بریدنی با نتایج آزمایش های مرتضوی و همکاران^۱ (۱۵)، تور و همکاران (۲۶) و پیرسون میمز و لور^۲ (۱۸) در تیمار رزهای بریدنی به ترتیب با مواد کلرید کلسیم، کلرید کلسیم و نیترات کلسیم و نتایج پژوهش های انجوم و همکاران (۲) در تیمار گل های بریدنی مریم با کلرید کلسیم مطابقت دارد. البته افزایش غلظت نیترات کلسیم (۱٪) موجب کاهش ناگهانی وزن تر نسبی گل ها بعد از ۷ روز گردید و عمر گلجایی آن ها نیز کاهش یافت به طوری که با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشت. این امر به احتمال به دلیل سمیت گل ها در غلظت بالای نیترات کلسیم ایجاد شد. این نتایج با مشاهده های جراسوپولوس و شبلی (۸) مبنی بر کاهش طول عمر گل های بریدنی ژربرا در غلظت های بالای نیترات کلسیم مطابقت دارد. تایز و زایگر^۳ (۲۴) علل کاهش طول عمر گل ها و پژمردگی سریع تر آن ها را در غلظت های زیاد کلسیم، نقش این عنصر در کاهش ویژگی تراوایی غشای یاخته و افزایش باز شدن روزنه های برگ در نتیجه افزایش میزان تعرق و تسریع در پژمردگی گل ها بیان نموده اند. غلظت های پائین کلسیم (۰/۲۵٪) به ویژه نمک نیترات آن اثرهای نامطلوبی روی طول عمر پس از برداشت گل ها و سایر صفت های کیفی آن ها ایجاد نمود که به احتمال بیانگر غلظت ناکافی آن در گل های تیمار شده بوده است.

قندهای محلول، نشاسته و کربوهیدرات های کل در گلبرگ ها

قندهای محلول در گلبرگ های تیمار شاهد در طول دوره ارزیابی کمتر از سایر تیمارها بود. میزان آن در تیمار شاهد در سه روز اول اندکی افزایش یافت سپس تا روز ششم ارزیابی به نسبت ثابت ماند (۹۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک) و بعد از آن کاهش یافت. در تیمارهای ۰/۵٪ کلرید کلسیم، محلول نگهدارنده و ۰/۵٪ نیترات

جدول ۱- اثر تیمارهای مختلف بر عمر گلجایی گل های بریدنی رز رقم 'رد گانت'.

Table 1. Effects of different treatments on the vase life of cut 'Red Gant' rose flowers.

تیمار Treatment	شاهد آب مقطر Distilled water	ساکارز + 8- HQS Sucrose + 8- HQS	کلرید کلسیم ۰.۲۵٪ CaCl ₂ (0.25%)	کلرید کلسیم ۰.۵٪ CaCl ₂ (0.5%)	کلرید کلسیم ۱٪ CaCl ₂ (1%)	نیترات کلسیم ۰.۲۵٪ Ca(NO ₃) ₂ (0.25%)	نیترات کلسیم ۰.۵٪ Ca(NO ₃) ₂ (0.5%)	نیترات کلسیم ۱٪ Ca(NO ₃) ₂ (1%)
عمر گلجایی (روز) Vase life (day)	9.6cd [†]	11.3b	12.3ab	13a	13.2a	8.5d	13.2a	9.8d
مقدار آب برگ (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Leaf water content (mg g ⁻¹ d.wt.)	3.8ab	4.0ab	3.6bc	3.7ab	3.8ab	3.3c	3.6bc	3.6bc
قطر گل (میلی متر) Flower diameter (mm)	80.5a	53.6b	46.4bc	53.7b	37.8cd	49.6b	53.7b	54.3b

[†] Means followed by the same letter do not differ significantly using DMRT (P≤0.01).

[†] میانگین هایی که در ردیف با حروف مشترک مشخص شدند با یکدیگر اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

کلسیم میزان قندهای محلول گلبرگ با کمی تغییر تا روز ششم ارزیابی افزایش (به ترتیب ۱۲۰ و ۱۱۵ میلی گرم بر گرم وزن خشک) و سپس به تدریج کاهش یافت. در روز نهم ارزیابی قندهای محلول در تیمارهای کلسیمی بیشتر از محلول نگهدارنده بود و این گل ها طول عمر بیشتری نیز داشتند (جدول ۲). ارتباط بین عمر گلجایی و قندهای محلول در گلبرگ مطابق با فرمول $y=2.0686x + 17.753$ با $R^2=0.6929$ تعیین شد که y قندهای محلول در گلبرگ و x طول عمر گل می باشد.

میزان نشاسته در گلبرگ های گل های شاهد در روز سوم ارزیابی به شدت کاهش یافت (۲۶/۹) و مقدار اولیه ۵۰ میلی گرم بر گرم وزن خشک) و سپس ثابت باقی ماند. نشاسته در تیمارهای محلول نگهدارنده و ۰/۵٪ نیترات کلسیم ۳ روز بعد از شروع آزمایش شروع به کاهش نمود در حالی که در تیمار ۰/۵٪ کلرید کلسیم تا روز ششم ارزیابی ثابت بود و پس از آن به تدریج کاهش یافت البته در نهایت در روز نهم ارزیابی میزان آن در تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشت ولی بیشتر از شاهد بودند (جدول ۲). تفاوت میزان نشاسته گلبرگ در بین بلوک ها نیز معنی دار بود و گل های با طول ساقه بلندتر نشاسته بیشتری داشتند.

کربوهیدرات های کل در گلبرگ های تیمار شاهد از همان ابتدای آزمایش شروع به کاهش نمودند و این روند تا آخر آزمایش ادامه داشت (روز نهم ارزیابی ۱۱۲/۷ میلی گرم بر گرم وزن خشک). میزان آن ها در تیمارهای کلسیمی بیشتر از تیمار محلول نگهدارنده و شاهد بود. بنابراین استفاده از کلسیم اثر مثبتی در افزایش میزان کربوهیدرات های گل ایجاد نمود و طول عمر گل ها نیز در این تیمارها بیشتر بود (جدول ۲). تفاوت میزان کربوهیدرات های کل در گلبرگ در بین بلوک ها نیز معنی دار بود و گل های با طول ساقه بلندتر کربوهیدرات بیشتری در گلبرگ خود داشتند. ارتباط بین عمر گلجایی و کربوهیدرات های کل در گلبرگ مطابق با فرمول $y=2.9626x + 35.901$ با $R^2=0.5242$ تعیین شد که y کربوهیدرات های کل در گلبرگ و x طول عمر گل می باشد.

قندهای محلول، نشاسته و کربوهیدرات های کل در برگ ها

میزان قندهای محلول در برگ های گل های شاهد از همان ابتدا شروع به کاهش نمود و تا ۳ روز اول کاهش یافت (۳۳/۴) و مقدار اولیه ۴۵/۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک) و پس از آن ثابت ماند و اما در سایر تیمارها میزان این صفت تا آخر آزمایش به تقریب ثابت و مشابه روز شروع آزمایش (۴۵/۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک) بود (جدول ۲). ارتباط بین عمر گلجایی و قندهای محلول در برگ ها مطابق با فرمول $y=4.1809x + 55.853$ با $R^2=0.9131$ تعیین شد که y قندهای محلول در برگ و x طول عمر گل می باشد.

میزان نشاسته در برگ های تیمار شاهد به تدریج در دوره ارزیابی کاهش یافت (روز نهم ارزیابی ۲۴/۲) و مقدار اولیه ۲۸/۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک). در تیمارهای محلول نگهدارنده و ۰/۵٪ کلرید کلسیم به طور مشابه میزان نشاسته برگ ها تا روز ششم ارزیابی افزایش (به ترتیب ۳۴/۴ و ۳۹/۴ میلی گرم بر گرم وزن خشک) و سپس کاهش یافت (جدول ۲). تفاوت میزان نشاسته برگ در بین بلوک ها نیز معنی دار بود به طوری که در گل های با طول ساقه بلندتر نشاسته بیشتری وجود داشت. ارتباط بین عمر گلجایی و نشاسته در برگ ها مطابق با فرمول $y=3.0409x + 3.9216$ با $R^2=0.7531$ تعیین شد که y قندهای محلول در برگ و x طول عمر گل می باشد.

کربوهیدرات های کل در برگ های تیمار شاهد تا روز سوم ارزیابی کاهش یافت و سپس تا آخر آزمایش ثابت بود (روز نهم ارزیابی ۵۶/۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک). میزان آن در سایر تیمارها تا روز سوم ارزیابی

از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشت و پس از آن شروع به تغییر نمود به طوریکه در نهایت در تیمار ۰/۵٪ نیترات کلسیم نسبت به دو تیمار دیگر کاهش یافت (جدول ۲). تفاوت میزان کربوهیدرات های کل در برگ در بین بلوک ها نیز معنی دار بود و گل های با طول ساقه بلندتر کربوهیدرات بیشتری در برگ خود داشتند. ارتباط بین عمر گلجایی و کربوهیدرات های کل در برگ ها مطابق با فرمول $y=7.2222x + 59.769$ با $R^2=0.8513$ تعیین شد که y کربوهیدرات های کل در برگ ها و x طول عمر گل می باشد.

در این پژوهش مشاهده گردید که نمک های کلسیمی اثر مثبتی در افزایش کربوهیدرات ها و افزایش عمر گلجایی گل های تیمار شده ایجاد نمودند. اثر مثبت میزان کربوهیدرات های موجود در گل های بریدنی بر افزایش عمر گلجایی آن ها توسط ون دورن^۱ (۲۷) بیان شده است. با توجه به اینکه این مواد جهت انجام فعالیت تنفسی گل ها مورد نیاز می باشند و از طرفی کاهش آن ها در گل های بریدنی موجب مصرف سایر مواد جایگزین مانند پروتئین های محلول و اسیدهای آمینه خواهد شد که این امر فرآیند پیری را تحریک می نماید (۱۴). بنابراین استفاده از تیمارهایی که کربوهیدرات های لازم جهت انجام فعالیت های مختلف گل ها را فراهم نماید باعث تاخیر در پیری آن ها می گردد.

پروتئین های محلول گلبرگ ها

میزان پروتئین های محلول در گلبرگ گل های تیمار شاهد در دوره ارزیابی کمتر از سایر تیمارها بود و طول عمر گل ها نیز در این تیمار کمتر از سایر تیمارها بود. سایر تیمارها حتی تا روز نهم ارزیابی نیز پروتئین های محلول را حفظ نمودند (شکل ۳).

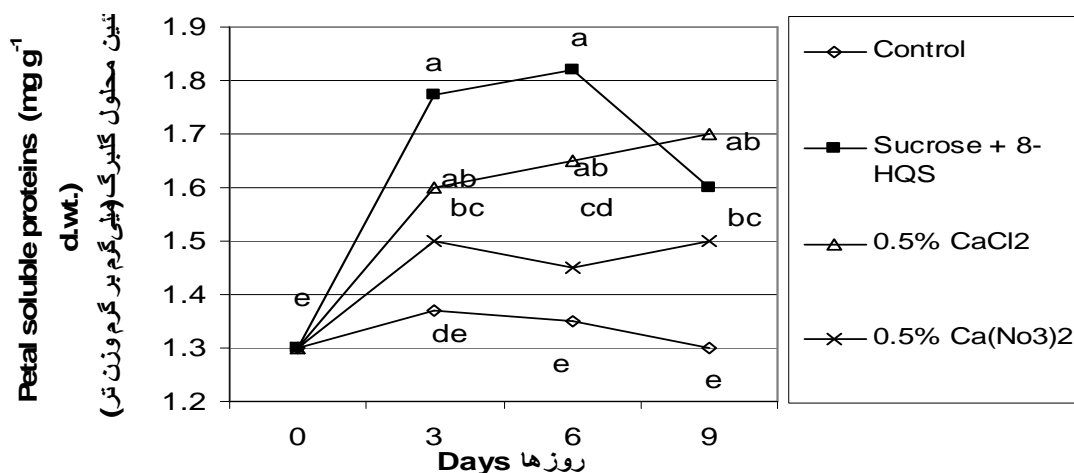


Fig. 3. Interaction of different treatments and time on petal soluble proteins of 'Red Gant' rose cut flowers.

شکل ۳- برهمکنش تیمارهای مختلف و زمان بر میزان پروتئین های محلول گلبرگ در گل های شاخه بریدنی ورد رقم "ردگانت".

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف بر کربوهیدرات های گل های بریدنی رز رقم 'رد گانت'.

Table 2. Effects of different treatments on carbohydrates of cut 'Red Gant' rose flowers.

تیمار Treatment	قندهای محلول گلبرگ (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Petal soluble sugars (mg g ⁻¹ d.wt.)				نشاسته گلبرگ (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Petal starch content (mg g ⁻¹ d.wt.)				کربوهیدرات های کل گلبرگ (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Petal total carbohydrates (mg g ⁻¹ d.wt.)			
	روز ۰	روز ۳	روز ۶	روز ۹	روز ۰	روز ۳	روز ۶	روز ۹	روز ۰	روز ۳	روز ۶	روز ۹
	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9
T1	93.7fg	100.0ef	98.0ef	88.4g	50.0a	26.9d	25.0d	24.2d	143.7de	126.9fg	123.0gh	112.7h
T2	93.7fg	110.0cd	115bc	100.0ef	50.0a	44.4ab	34.9c	35.0c	143.7de	154.4bc	149.9cd	135.0ef
T3	93.7fg	125.0a	120.0ab	110.0cd	50.0a	42.5ab	49.8a	40.0bc	143.7de	167.5ab	169.8a	150.0cd
T4	93.7fg	120.0ab	115.0bc	105.0de	50.0a	40.0bc	38.0bc	35.0c	143.7de	160.0ab	153.0cd	140.0de

تیمار Treatment	قندهای محلول برگ (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Leaf soluble sugars (mg g ⁻¹ d.wt.)				نشاسته برگ (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Leaf starch content (mg g ⁻¹ d.wt.)				کربوهیدرات های کل برگ (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Leaf total carbohydrates (mg g ⁻¹ d.wt.)			
	روز ۰	روز ۳	روز ۶	روز ۹	روز ۰	روز ۳	روز ۶	روز ۹	روز ۰	روز ۳	روز ۶	روز ۹
	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9
T1	45.8ab	33.4cd	32.4d	32.0d	28.1cd	25.0de	23.9e	24.2de	73.9ab	58.4de	56.3e	56.2e
T2	45.8ab	53.4a	39.0bc	40.0bc	28.1cd	29.8bc	34.4ab	30.0bc	73.9ab	83.2a	73.4ab	70.0bc
T3	45.8ab	41.4bc	41.8bc	45.0ab	28.1cd	32.0bc	39.4a	32.3bc	73.9ab	73.4ab	81.2ab	77.0ab
T4	45.8ab	45.9ab	43.0b	43.5b	28.1cd	27.0cd	23.4e	25.0de	73.9ab	72.9ab	66.4cd	68.5cd

Means followed by the same letter do not differ significantly using DMRT ((P≤0.01))

T1) = شاهد، (T2) = محلول نگهدارنده، (T3) = کلرید کلسیم (0.5%)، (T4) = نترات کلسیم (0.5%) = Ca(NO₃)₂، (T3) = کلرید کلسیم (0.5%)، (T4) = نترات کلسیم (0.5%) = Ca(NO₃)₂.

میانگین هایی که در ستون با حروف مشترک مشخص شدند، با یکدیگر اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

اثر مثبت تیمارهای کلسیمی در حفظ پروتئین های محلول گل ها و افزایش عمر گلجایی آن ها با نتایج آزمایش های مرتضوی و همکاران (۱۵) مطابقت دارد. انجوم و همکاران (۲) یکی از علل افزایش عمر گلجایی توسط کلسیم را کاهش میزان تنفس گل ها بیان نموده است. همچنین اثر مثبت کلرید کلسیم در افزایش عمر گلجایی گل های بریدنی ورد، ژربرا و آنتوریوم از طریق جلوگیری از تولید اتیلن در گل ها بیان شده است (۸، ۷، ۲۱). تاخیر در پیری میوه‌هایی چون طالبی و هلو نیز به دنبال تیمار با کلسیم به علت کاهش میزان تنفس و کاهش میزان تولید اتیلن آن ها گزارش شده است (۱۲، ۱۳، ۲۱). در این آزمایش نیز تیمارهای حاوی غلظت های ۰/۵٪ کلرید کلسیم و یا نیترات کلسیم اثر مثبتی در افزایش طول عمر گل ها و نیز حفظ میزان کربوهیدرات های موجود در شاخه گل و پروتئین‌های محلول گل ها ایجاد نمودند که ممکن است این اثرها به علت نقش کلسیم در کاهش میزان تنفس و کاهش میزان تولید اتیلن گل ها ایجاد شده باشد.

تیمار گل ها با ۰/۵٪ و ۱٪ کلرید کلسیم اثرهای مشابهی در افزایش طول عمر و حفظ ویژگی های کیفی گل ها ایجاد نمود. بنابراین تیمار ۰/۵٪ کلرید کلسیم به علت مصرف کلسیم کمتر و همچنین حفظ کیفیت مطلوب گل ها نسبت به تیمار ۱٪ آن توصیه می‌گردد. کیفیت گل ها در تیمارهای ۰/۵٪ کلرید کلسیم و نیترات کلسیم (و نگهداری در محلول نگهدارنده) مطلوب بوده و عمر گلجایی آن ها نیز با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشت بنابراین استفاده از آن ها جهت افزایش عمر گلجایی گل های بریدنی ورد رقم 'رد گانت' توصیه می‌گردد.

REFERENCES

منابع

1. Aguayoa, E., R. Jansasithorn and A.A. Kader. 2006. Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries. *Postharvest Biol. Technol.* 40:269-278.
2. Anjum, M.A., F. Naveed F. Shakeel and S. Amin. 2001. Effect of some chemicals on keeping quality and vase life of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cut flowers. *J. Res. Sci.* 12:1-7.
3. Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem.* 72:248-254.
4. Burge, G.K., R.A. Bicknell and B.G. Dobson. 1996. Postharvest treatments to increase water uptake and the vase life of *Leptospermum scoparium* Frost. *New Zealand J. Crop and Hort. Sci.* 24:371-378.
5. Celikel, F.G. and M.S. Reid. 2002. Postharvest handling of stock (*Matthiola incana*). *HortScience* 37:144-147.
6. Doi, M. and M.S. Reid. 1995. Sucrose improves the postharvest life of cut flowers of a hybrid *Limonium*. *HortScience* 30:1058-1060.
7. Fukui, R., S. Kikuchi Y. Ichida and H. Honjo. 2005. Vase life of imported *Anthurium* flowers evaluated in Japan in relation to the effects of post importation of benzyladenine treatment. *HortScience* 40:1439-1443.
8. Gerasopoulos, D. and B. Chebli. 1999. Effects of pre- and pos-tharvest calcium applications on the vase life of cut gerberas. *J. Hort. Sci. Biotech.* 74:78-81.

9. Hettiarachchi, M.P. and J. Balas. 2005. Postharvest handling of cut kniphofia (*Kniphofia uvaria* Oken 'Flamenco') flowers. *Acta Hort.* 669:359-365.
10. Ichimura, K. and K. Suto. 1999. Effects of the time of sucrose treatment on vase life, soluble carbohydrate concentrations and ethylene production in cut sweet pea flowers. *Plant Growth Regul.* 28:117-122.
11. Knee, M. 2000. Selection of biocides for use in floral preservatives. *Postharvest Biol. Technol.* 18:227-234.
12. Luna-Guzman, I. and D.M. Barrett. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut canthalopes. *Postharvest Biol. Technol.* 19:61-72.
13. Manganaris, G.A., M. Vasilakakis G. Diamantidis and I. Mignani. 2007. The effect of postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruits. *Food Chem.* 100:1385-1392.
14. Monteiro, J.S., T.A. Nell and J.E. Barrett. 2002. Effects of exogenous sucrose on carbohydrate levels, flower respiration and longevity of potted miniature rose (*Rosa hybrida*) flowers during postproduction. *Postharvest Biol. Technol.* 26:221-229.
15. Mortazavi, N., R. Naderi M. Khalighi M. Babalar and H. Allizade. 2007. The effect of cytokinin and calcium on cut flower quality in rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Illona. *J. Food Agr. Env.* 5:311-313.
16. Nowak, J. and R.M. Rudnicki. 1990. *Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist, Greens and Potted Plants.* Timber Press, Inc. 199 p.
17. Otsubo, M. and M. Iwaya-Inoue. 2000. Trehalose delays senescence in cut gladiolus spikes. *HortScience* 35:1107-1110.
18. Pearson-Mims, C. and V. Lohr. 1990. Fluoride injury to cut 'Samantha' roses may be reduced by pulsing with calcium nitrate. *HortScience* 25:1270-1271.
19. Poovaiah, B.W. 1988. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. *HortScience* 23:267-271.
20. Pun, U.K., H. Shimizu K. Tanase and K. Ichimura. 2005. Effect of sucrose on ethylene biosynthesis in cut spray carnation flowers. *Acta Hort.* 669:171-174.
21. Saftner, R.A., J. Bai J.A. Abbott and Y.S. Lee. 2003. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh cut honeydew chunks. *Postharvest Biol. Technol.* 29:257-269.
22. Stephens, I.A., G. Jacobs and D.M. Holcroft. 2001. Glucose prevents leaf blackening in 'Sylvia' proteas. *Postharvest Biol. Technol.* 23:237-240.
23. Stewart, E.A. 1989. *Analysis of Vegetation and other Organic Material.* Academic Press, New York, U.S.A. 220 p.
24. Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. *Plant Physiology.* The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., San Fransico, U.S.A. 729 p.

25. Teixeira da Silva, J.A. 2003. Chrysanthemum: advances in tissue culture, cryopreservation, postharvest technology, genetics and transgenic biotechnology. *Biotech. Adv.* 21:715-766.
26. Torre, S., A. Borochoy and A. H. Halevy. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. *Physiol. Plant.* 107:214-219.
27. Van Doorn, W.G. 2001. Role of soluble carbohydrates in flower senescence: a survey. *Acta Hort.* 543:179-183.