به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۴
صفحه‌های ۲۵۵-۲۴۱

اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر افزایش عمر گلجایی آلسترومریا رقم 'سوکاری'

زبیده البرز*[۱]، فریبرز حبیبی[۲] و سید نجم‌الدین مرتضوی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. کارشناس‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۰۹

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی قبل و پس از برداشت پلی‌آمین‌ها بر افزایش عمر گلجایی آلسترومریا رقم 'سوکاری' (*Alstroemeria aurantica* cv. Sukari)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو نوع پلی‌آمین (پوتریسین و اسپرمین) در چهار سطح (صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) انجام گرفت. تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین عمر گلجایی را به‌ترتیب ۱۹ و ۲۲ روز، و تیمار ۱۰ میلی‌گرم به‌ترتیب ۱۴ و ۱۸ روز افزایش دادند. تیمار پوتریسین و اسپرمین در هر سه مرحلهٔ نمونه‌برداری اثر معناداری بر شاخص کلروفیل برگ داشت. در مرحلهٔ اول، نمونه‌برداری غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین اثر معناداری بر وزن تر و خشک داشت. غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین به‌طور معناداری فعالیت آنزیم کاتالاز را در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری افزایش داد و اثر اسپرمین بیشتر از پوتریسین بود. تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین به افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز منجر شد و فعالیت آن را تا مرحلهٔ سوم نمونه‌برداری افزایش داد. پوتریسین و اسپرمین به‌طور معناداری سبب کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز برگ و پکتیناز و فنل‌اکسیداز گل آلسترومریا شد و بهترین تیمار، ۲۰ گرم در لیتر اسپرمین بود. تیمارهای ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین اثر معناداری بر افزایش مقاومت غشایی گلبرگ در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری داشت. براساس نتایج تحقیق حاضر، اسپرمین ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و پوتریسین ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در افزایش عمر گلجایی و کاهش پیری گل‌های آلسترومریا داشتند. اسپرمین در افزایش عمر گلجایی آلسترومریا مؤثرتر از پوتریسین بود.

کلیدواژه‌ها: پکتیناز، سوپراکسیددیسموتاز، فنل‌اکسیداز، کاتالاز، کلروفیلاز.

* نویسنده مسئول Email: zalborz@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

آلسترومریا[1] از تیرهٔ Alstroemeriaceae، بومی آمریکای جنوبی است که برای تولید گل شاخه‌بریده و گلدانی کشت می‌شود [۴۶]. آلسترومریا به‌عنوان گل شاخه‌بریده پس از برداشت با چند مشکل اساسی شامل زرد شدن برگ‌ها، کم شدن یا از بین رفتن آماس برگ، خشک شدن گلچه‌ها و ریزش گلبرگ‌ها مواجه می‌شود [۱]. زردی برگ‌ها بزرگ‌ترین مشکل در گل‌های آلسترومریاست. زردی برگ‌ها در نتیجهٔ شکست کلروفیل آغاز می‌شود و ممکن است تحت تأثیر عوامل داخلی یا خارجی در گیاه اتفاق بیفتد [۳۲]. افزون بر کاهش کیفیت ظاهری، زردی برگ‌ها نشان‌دهندهٔ اختلال در فرایند فتوسنتز است که برای رشد و ماندگاری گیاه حیاتی است [۲۰]. زردی برگ‌ها به‌سبب پیری و عدم توازن هورمون‌های داخلی به‌ویژه سایتوکنین‌ها در گیاه اتفاق می‌افتد [۱۷]. برای جلوگیری از زردی برگ‌ها اغلب از ترکیبات سایتوکینین و جیبرلین استفاده می‌شود و در بسیاری از گونه‌ها کاربرد جیبرلین تأثیری در به تأخیر انداختن پیری ندارد [۱۷].

پلی‌آمین‌ها، پلی‌کاتیون‌های آلی با وزن مولکولی کم و با گروه‌های نیتروژنی آلفاتیک هستند که دارای حلقه‌های هیدروکربنی متفاوت و دو یا چند گروه آمینی (عامل بارهای مثبت) هستند [۲۲]. این ترکیبات قابلیت باند شدن با ماکرومولکول‌های بیولوژیکی را دارند [۴۸]. پلی‌آمین‌ها در داخل گیاه به‌شکل آزاد یا به‌صورت ترکیب و پیوسته با ترکیبات دیگرند که در صورت پیوسته بودن ممکن است محلول یا نامحلول در آب باشند [۴۴].

اتیلن عامل اصلی پیری در بسیاری از گونه‌های گل‌های بریدنی است و گل‌های آلسترومریا به اتیلن بسیار حساس‌اند [۳۷]. اتیلن و پلی‌آمین‌ها تأثیرات متضادی در رسیدن و پیری دارند [۳]. کاهش سطوح پلی‌آمین‌ها با افزایش تولید اتیلن مرتبط است که تعادل بین مقدار این دو تنظیم‌کننده برای تسریع یا تأخیر در فرایندهای بسیار مهم و حیاتی گیاه مؤثر است [۲۲]. ارتباط متضاد بین تولید اتیلن و پلی‌آمین‌ها به‌سبب سازوکار رقابتی بیوسنتز این دو ماده است که دارای پیش‌مادهٔ مشترک S-آدنوزیل متیونین (SAM) هستند [۴۰]. بعد از برداشت مقدار پلی‌آمین‌ها کاهش می‌یابند. با کاربرد پلی‌آمین‌ها پس از برداشت مقدار اتیلن کاهش می‌یابد [۳۳]. استفاده از پوتریسین پیش و پس از برداشت، تولید اتیلن و میزان تنفس را به تأخیر می‌اندازد و متوقف می‌کند [۲۲]. پلی‌آمین‌ها با جلوگیری از نسخه‌برداری، تولید و فعالیت آنزیم ACCسنتاز تولید اتیلن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. توانایی پلی‌آمین‌ها در متوقف کردن فعالیت آنزیم ACCاکسیداز با ازبین بردن رادیکال‌های آزاد سوپراکسید که برای تبدیل ACC به اتیلن ضروری‌اند، به کاهش تولید اتیلن منجر می‌شود [۱۴]. تحقیقات در زمینهٔ گوجه‌فرنگی نشان داد کاهش مقدار سه نوع پلی‌آمین (پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین) با افزایش تولید اتیلن ارتباط دارد [۳]. اسپرمیدین پیری گل‌های میخک را به تأخیر انداخت و تولید اتیلن، مقدار ACC و فعالیت و رونویسی سنتز ACC و آنزیم ACCاکسیداز را در گلبرگ‌ها کاهش داد [۲۴]. محلول‌پاشی پلی‌آمین‌های مختلف یا بازدارنده‌های سنتز رزهای مینیاتوری، تأثیری بر افزایش عمر گل‌ها و تولید اتیلن نداشتند [۴۰]. کاربرد پس از برداشت پلی‌آمین‌ها به‌منظور افزایش عمر انباری در زردآلوی ژاپنی [۳۵]، مرکبات [۴۴]، گوجه‌فرنگی [۱۳]، آلو [۳۵]، کدو [۲۸]، هلو [۳] و انار [۳۱] مشاهده شده است.

تاکنون گزارش مشخص و معینی در مورد اثر پلی‌آمین‌ها در افزایش عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده از جمله آلسترومریا یافت نشده است. با توجه به اهمیت پلی‌آمین‌ها در فیزیولوژی پس از برداشت و نیز اهمیت به‌کارگیری مواد ارگانیک به‌جای مواد شیمیایی،

1. *Alstroemeria aurantica*

Archive of SID
www.SID.ir

هدف پژوهش حاضر، یافتن بهترین نوع و غلظت پلی‌آمین پوتریسین و اسپرمین در افزایش عمر پس از برداشت گل شاخه‌بریدهٔ آلسترومریا بود.

۲. مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، شاخه گل‌های آلسترومریا رقم 'سوکاری'[1] از یک گلخانهٔ تجاری در مشکین‌دشت کرج تهیه شدند. یک هفته قبل از گلدهی، زمانی که اولین غنچهٔ گل بزرگ‌ترین شاخه تشکیل شد، محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف پوتریسین و اسپرمین (صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌طور جداگانه توسط آبپاش یک لیتری بر روی برگ‌ها، گل‌ها و حتی ساقهٔ تمام شاخه گل‌های رشدکرده از ریزوم انجام گرفت. ازآنجا که آلسترومریا ریزوم‌دار است و تعداد زیادی پاجوش در یک زمان دارد، شاخه‌های بزرگ‌تر برای محلول‌پاشی انتخاب شدند.

شاخه گل‌ها با طول ساقهٔ ۵۰ سانتی‌متر و تعداد برگ به‌نسبت یکسان در مرحلهٔ بلوغ تجاری هنگامی‌که رنگ بیشتر گلچه‌ها شروع به ظاهر شدن کرد، به‌روش کشیدن از روی ریزوم برداشت شده [۸] و در کمترین زمان ممکن به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان منتقل شدند. بعد از برداشت نیز برگ‌ها، گل‌ها و ساقهٔ گل همان شاخه‌ها با همان غلظت‌های پوتریسین و اسپرمین که قبل از برداشت به‌کار رفته بودند، جداگانه دوباره محلول‌پاشی شدند. هر شاخه گل داخل ظروف حاوی محلول پایه که ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ساکارز ۱ درصد بود، قرار داده شده و در دمای ۲±۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد در روز و ۱۴ درجهٔ سانتی‌گراد در شب با رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و در شدت نور ۱۵ میکرومول بر متر مربع نگهداری شدند. این تحقیق به‌صورت فاکتوریل بر پایهٔ طرح کاملاً تصادفی با دو نوع پلی‌آمین (پوتریسین و اسپرمین) در چهار غلظت صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور جداگانه در سه تکرار انجام گرفت. هر تکرار شامل سه شاخه گل (در مجموع ۷۲ شاخه گل برای هر دو نوع پلی‌آمین) بود.

برای اندازه‌گیری پارامترها، سه مرحلهٔ نمونه‌برداری در روزهای یکم، سوم و ششم بعد از محلول‌پاشی صورت گرفت. نمونه‌ها با توجه به نوع پارامتر مورد نظر از قطعات گلبرگ یا برگ یک شاخه گل هر تکرار بودند. نمونه‌های برگ از سه برگ میانی هر شاخه گل برای اندازه‌گیری پارامترهای مربوط انتخاب شدند. نمونه‌های گلبرگ نیز از گلبرگ‌های هر شاخه گل انتخاب و با هم مخلوط شدند و برای اندازه‌گیری پارامترهای مربوط به‌کار رفتند. اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشگاه زنجان در سال ۹۱-۱۳۹۰ انجام گرفت.

در روزهای اول، سوم و ششم بعد از محلول‌پاشی، وزن تر نمونه‌های گلبرگ با استفاده از ترازوی دیجیتالی به‌دست آمد و برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌های گلبرگ در داخل ظروف آلومینیومی به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند.

عمر گلجایی گل‌های بریده براساس روش فرناندو و همکاران اندازه‌گیری شد، بدین منظور گل‌ها روزانه با استفاده از ارزیابی مشاهده‌ای، پلاسیدگی گلبرگ‌ها، تغییر رنگ گلبرگ‌ها، ریزش گلبرگ، خم شدن گردن گل‌ها و پژمردگی گل‌ها ارزیابی شدند و عمر گلجایی برحسب روز بیان شد [۱۵].

شاخص کلروفیل برگ در هر سه مرحلهٔ نمونه‌برداری با دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD) مدل کونیکا مینولتا ۵۰۲ ساخت ژاپن[2]، میانگین سه برگ میانی هر شاخه گل برای اندازه‌گیری انتخاب و قرائت شدند. مقاومت غشایی گلبرگ

1. Alstroemeria aurantica cv. Sukari

2. Konica Minolta 502

Archive of SID
www.SID.ir

براساس سنجش هدایت الکتریکی توسط EC متر اندازه‌گیری شد.

آنزیم کلروفیلاز برگ به‌روش کوستا و همکاران اندازه‌گیری شد [۱۰]. ۰/۵ گرم برگ نمونه‌ها با ۱۰ میلی‌لیتر بافر استخراج (بافر حاوی فسفات سدیم ۰/۱ مولار با pH= ۶، حاوی ۰/۲ درصد (حجم به حجم) از تریتون X-100، ۰/۳ مولار پلی‌ونیل فسفات، ۱ میلی‌مولار فنیل متیل سولفونیل فلورید و ۵ میلی‌مولار سیستئین بود) مخلوط شد و در ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت یک ساعت قرار گرفت. سپس در ۹۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۲۰ دقیقه در ۴ درجهٔ سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. محلول روشناور برای سنجش آنزیم کلروفیلاز استفاده شد. بدین‌منظور، ۰/۲ میلی‌لیتر از محلول استخراج برگ‌ها (محلول روشناور)، ۱میلی‌لیتر بافر فسفات با pH=۷، ۰/۱۵ درصد تریتون X-100 و ۰/۲ میلی‌لیتر محلول حاوی کلروفیل در استن در دمای ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۶۰ دقیقه قرار گرفت و با اضافه کردن سه میلی‌لیتر استن واکنش پایان پذیرفت. کلروفیل تخریب‌نشده با ۳ میلی‌لیتر هگزان از این محلول استخراج شد. این محلول به‌مدت ۲ دقیقه در ۹۰۰۰ دور و در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد و برای اندازه‌گیری فعالیت با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۷ نانومتر با استفاده از استاندارد آنزیم و ضریب خاموشی ۷۶/۷ میلی‌مول بر سانتی‌متر فعالیت آنزیم تعیین شد.

فعالیت پکتیناز گلبرگ به‌روش سوموگی [۳۹]، براساس مقدار د-گالاکترونیک اسید آزادشده از پلی‌گالاکترونیک اسید در محلول بافری از استات با اسیدیتهٔ معادل ۵ ارزیابی شد. ابتدا بافر استخراج ساخته شد. بدین منظور، ۳۵/۶ گرم Na_2HPO_4 در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد (محلول یک). همچنین ۲۱ گرم اسید سیتریک در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد (محلول دو). سپس ۵۷ میلی‌لیتر از محلول یک و ۴۳ میلی‌لیتر از محلول دو با هم مخلوط شد. اسیدیتهٔ محلول با اضافه کردن محلول یک یا دو روی ۵/۸ تنظیم شد. ۰/۵ گرم پکتین (Sigma, P2157) در ۲ میلی‌لیتر اتانول در بشر ریخته شد و برای همگن شدن روی همزن مغناطیسی به‌آرامی به‌مدت ۲ دقیقه حل شد. سپس ۸۰ میلی‌لیتر بافر ۰/۱ مولار اسید سیتریک اضافه شد و به‌منظور جلوگیری از تشکیل کف، همزدن ادامه یافت. سپس محلول در استوانه مدرج ریخته و با بافر ۰/۱ مولار اسید سیتریک به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. این بافر یک شب در یخچال معمولی در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد و روز بعد در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۴ درجهٔ سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. ۰/۵ گرم نمونه گلبرگ در ۱۰ میلی‌لیتر بافر حل شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پکتیناز ۰/۱ میلی‌لیتر و سه میلی‌لیتر بافر، ۰/۳ میلی‌لیتر محلول پکتین و ۰/۲ مولار استاندارد آنزیم (Sigma P9179) مخلوط به دمای ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد رسانده شدند. سپس جذب در طول موج ۲۳۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت هر واحد فعالیت آنزیم برابر مقدار آنزیم هضم‌کنندهٔ ۱ میکرومول از پلی‌گالاکترونیک اسید در طی ۱ دقیقه محاسبه شد.

فعالیت آنزیم فنل‌اکسیداز گلبرگ‌ها به‌روش کاستنگ و همکاران انجام گرفت [۹]. ابتدا ۰/۲ گرم نمونهٔ گیاهی (گلبرگ) در ۰/۱ مولار بافر فسفات‌پتاسیم حاوی یک درصد تریتول X-100 و pH=۷/۲ به‌مدت ۲ دقیقه همگن شد و در ۲ درجهٔ سانتی‌گراد و ۵۰۰۰ دور به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۳ میلی‌لیتر از مخلوط واکنش، ۰/۳ کاتکل و ۰/۲ عصارهٔ آنزیم اضافه شد و فعالیت آنزیم براساس تغییرات جذب در دقیقه در طول موج ۴۲۰ نانومتر قرائت شد.

فعالیت آنزیم کاتالاز گلبرگ‌ها طبق روش آبی، براساس

Archive of SID
www.SID.ir

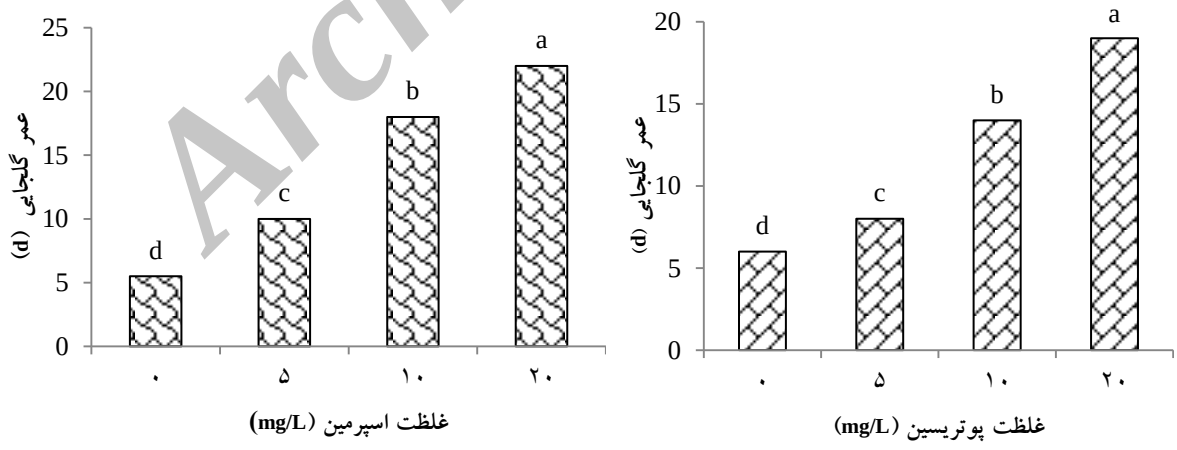
میزان تجزیهٔ آب اکسیژنه (H_2O_2) انجام گرفت [۴]. محلول واکنش شامل بافر فسفات‌پتاسیم و پراکسید هیدروژن با غلظت ۲۰ میلی‌مولار بود. با افزودن ۵۰ میکرومول از عصارهٔ آنزیمی در حجم نهایی ۱ میلی‌لیتر مخلوط، واکنش شروع شده و تغییر جذب پس از ۱ دقیقه در ۲۴۰ نانومتر محاسبه و با منحنی استاندارد، فعالیت آنزیم ارزیابی شد.

فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز گلبرگ‌ها به‌روش مینامی و یوشیکاوا اندازه‌گیری شدند [۳۰]. محلول واکنش شامل بافر تریس با غلظت ۵۰ میلی‌مولار و اسیدیته ۸/۲ به‌همراه ۰/۱ میلی‌مول از EDTA، مقدار ۱/۴۲ درصد از تریتون X-100، ۰/۰۵ میلی‌مولار از نیترو بلوتترازولیم، پیروگالول با غلظت ۱۶ میلی‌مولار بود. از ۱ میلی‌لیتر این محلول برای اجرای واکنش ۱۰۰ میکرولیتر عصارهٔ بافت گیاه با ۱ میلی‌لیتر محلول واکنش اضافه شد و در حرارت آزمایشگاه بعد از ۱ دقیقه تغییر جذب نوری آن در ۵۲۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. براساس منحنی استاندارد، مقدار فعالیت آنزیم مشخص شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخهٔ ۱۸) تجزیه‌وتحلیل شدند و مقایسهٔ میانگین‌ها به‌کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام گرفت و نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل رسم شد.

۳. نتایج و بحث

تیمار گل‌های آلسترومریا با غلظت‌های مختلف اسپرمین و پوتریسین به‌طور معناداری به افزایش عمر گلجایی گل‌های آلسترومریا منجر شد (شکل ۱). کمترین میزان عمر گلجایی در تیمار شاهد و بیشترین میزان عمر گلجایی در غلظت‌های بالا پوتریسین و اسپرمین مشاهده شد، به‌طوری که تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین ۱۹ روز و تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین ۲۲ روز عمر گلجایی گل‌های آلسترومریا را افزایش دادند (شکل ۱). تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین به‌ترتیب ۱۴ و ۱۸ روز عمر گلجایی را افزایش دادند که این امر نشان‌دهندهٔ توان بیشتر اسپرمین در افزایش عمر گلجایی و کاهش پیری گل‌های آلسترومریا است.



شکل ۱. اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر عمر گلجایی آلسترومریا رقم‌ٔسوکاری‌ٔ

کاهش ماندگاری در اثر پیری در گل‌های شاخه‌بریده، نتیجهٔ مجموعه‌ای از عوامل بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی

Archive of SID
www.SID.ir

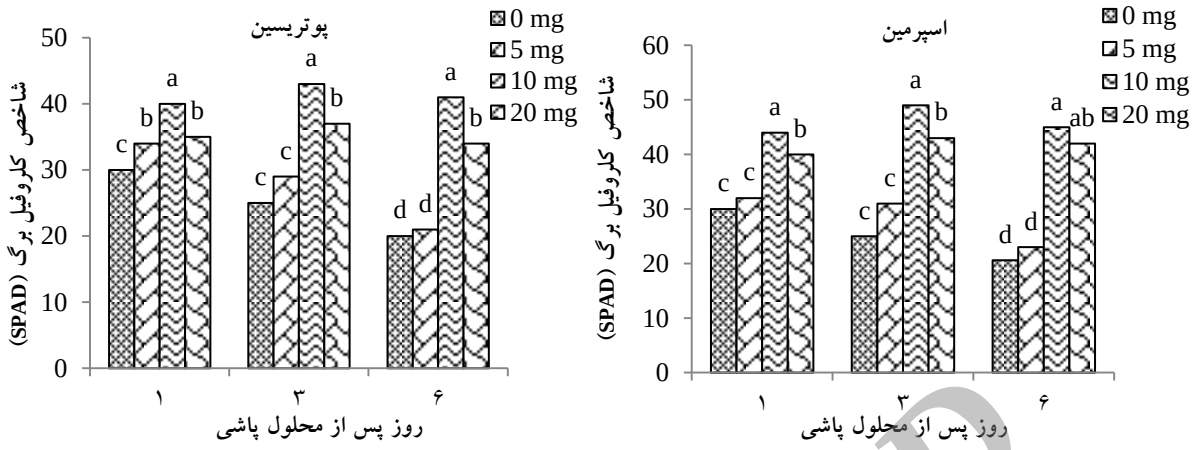
است که سبب کاهش کیفیت و در نتیجه مرگ گیاه می‌شود [۴۶]. پیری در گل‌های بریده به‌علت‌های گوناگون نظیر تنش آبی، کاهش سطح کربوهیدرات‌ها، میکروارگانیزم‌ها و در اثر تولید اتیلن اتفاق می‌افتد [۴۱]. مرگ زودهنگام گل‌های بریده اغلب به‌علت کاهش کیفیت و ماندگاری پس از برداشت گل‌ها اتفاق می‌افتد [۳۷]. نقش تنظیم‌کنندگی پلی‌آمین‌ها در ارتباط با واکنش در برابر استرس‌ها و پیری است که از طریق استحکام غشاهای سلولی و بازداری از فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده از پیری جلوگیری می‌کنند [۳]. تأثیر آنتی‌اکسیدانتی پلی‌آمین‌ها و مستحکم کردن غشا با یک‌رشته بارهای مثبت (گروه‌های آمینی) در ساختار مولکول مرتبط است و پلی‌آمین‌ها با افزایش تبدیل تیامیدین به تری‌کلرواستیک اسید موجب به تأخیر افتادن پیری می‌شوند که این تبدیل، نقش بازدارندگی پیری در برگ‌ها و پروتوپلاست‌های یولاف را نشان داد [۲۱]. پلی‌آمین‌ها از سنتز اتیلن در گیاهان جلوگیری کرده و از فعال شدن رونویسی ژن PG که بعد از سنتز اتیلن صورت می‌گیرد، جلوگیری می‌کنند [۳۵].

تیمار گل‌های آلسترومریا با غلظت‌های مختلف اسپرمین و پوتریسین موجب حفظ شاخص کلروفیل برگ شد (شکل ۲). کمترین میزان شاخص کلروفیل در تیمار شاهد و ۵ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین بود و در هر سه مرحلهٔ نمونه‌برداری، غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم پوتریسین و اسپرمین اثر معناداری بر شاخص کلروفیل برگ داشتند. غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین اثر بیشتری بر شاخص کلروفیل داشتند، ولی از نظر عددی اثر اسپرمین بیشتر از پوتریسین بود (شکل ۲).

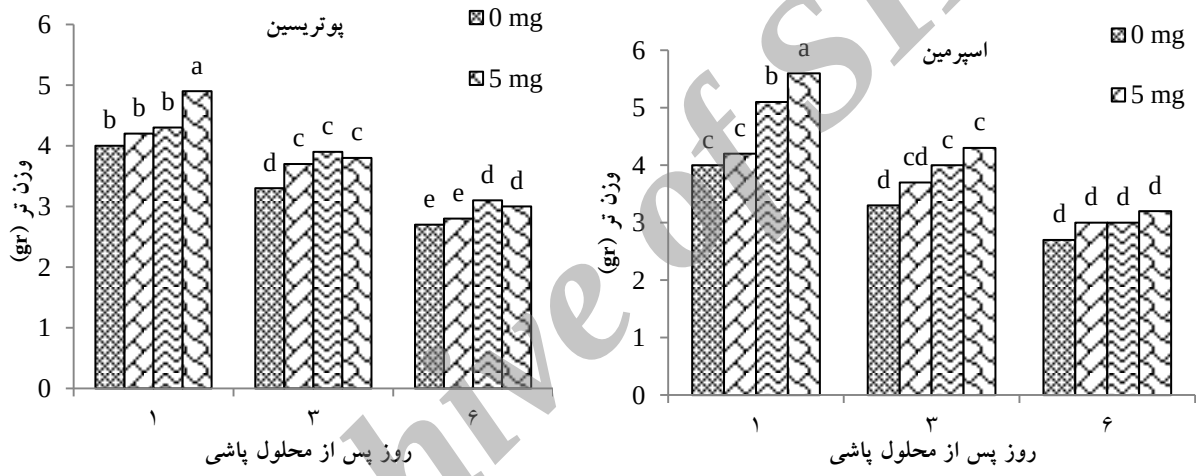
پیری ناشی از کاهش کلروفیل سبب کاهش چشمگیر عمر پس از برداشت می‌شود [۳۲]. ازبین رفتن کلروفیل به زرد شدن پهنای برگ که یکی از مهم‌ترین علائم پیری است، منجر می‌شود [۲۹]. کلروپلاست اولین اندامک در سلول‌های سبز است که علائم پیری و زوال را نشان می‌دهد که با تجزیهٔ گرانوم‌ها و شکستن دیوارهٔ کلروپلاست مشخص می‌شود و به‌کار بردن سایتوکینین‌ها به‌صورت خارجی شروع این علائم را به تأخیر می‌اندازد [۷]. زردی برگ یکی از نشانه‌های پیری برگ است که تنها به سن بستگی ندارد، بلکه عامل‌های دیگری نظیر پاتوژن‌ها، آسیب‌های مکانیکی، برداشت یا استرس‌های غیرزیستی نیز موجب تحریک آن می‌شود. گل‌های شاخه‌بریده ممکن است حساسیت کم یا زیادی به زردی برگ داشته باشند که به واریته‌ها و کولتیوارها بستگی دارد [۱۶].

تیمار گل‌های آلسترومریا با غلظت‌های مختلف اسپرمین در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری، یعنی یک روز پس از محلول‌پاشی اثر معناداری بر وزن تر و خشک گلبرگ داشت (شکل‌های ۳ و ۴). در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری، غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین اثر معناداری نسبت به تیمار شاهد و غلظت ۵ میلی‌گرم در لیتر بر وزن تر و خشک داشتند (شکل‌های۳ و۴). در مراحل دوم و سوم نمونه‌برداری، وزن تر و خشک در تمام تیمارها کاهش یافت، به‌طوری که کمترین وزن تر و خشک در مرحلهٔ سوم نمونه‌برداری بود (شکل‌های ۳ و ۴). در مرحلهٔ سوم نمونه‌برداری وزن تر، غلظت‌های مختلف اسپرمین اختلاف معناداری نداشتند (شکل ۳). تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین وزن خشک را به‌ترتیب در مرحلهٔ دوم و مرحلهٔ اول نمونه‌برداری افزایش دادند. افزایش وزن تر سبب تورژسانس و شادابی و ماندگاری بیشتر گلبرگ‌ها و افزایش وزن خشک نیز سبب جذب بهتر و بیشتر مواد غذایی در گیاه می‌شود. کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین در گل‌های گلایول سبب افزایش وزن تر و خشک شد [۲] و مقدار وزن تر و خشک را در گل‌های شب‌بو رقم 'ماتیولا' نیز افزایش داد [۴۷].

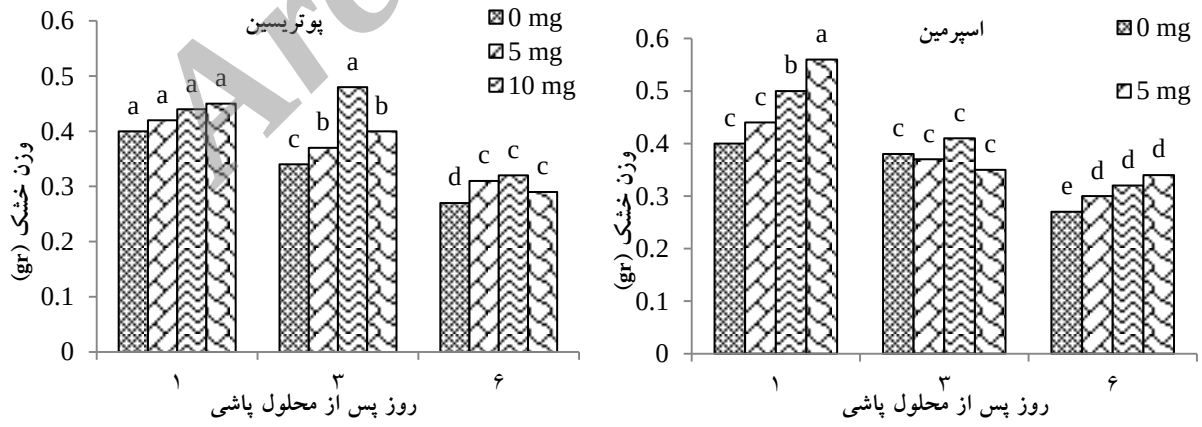
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲. اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر میزان شاخص کلروفیل برگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'



شکل ۳. اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر وزن تر گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'



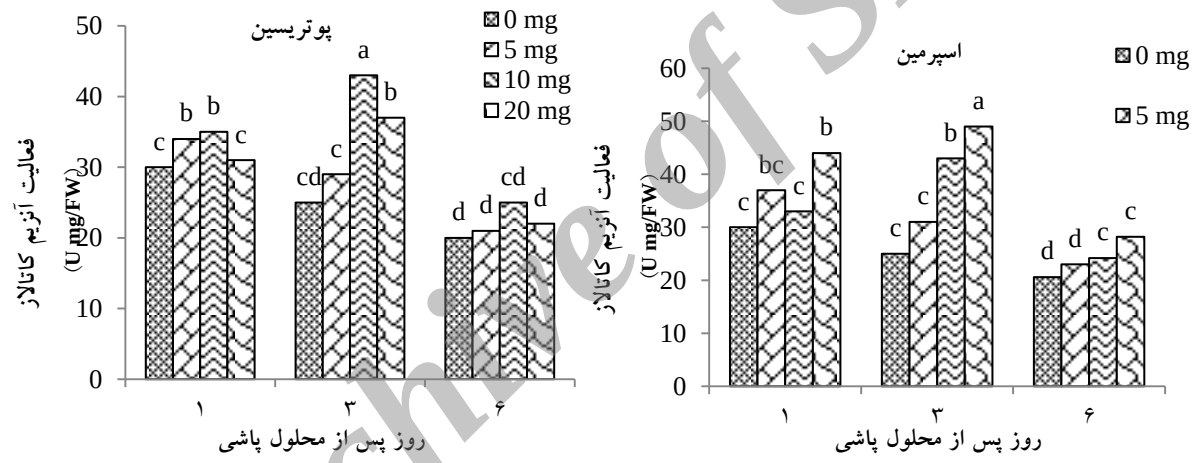
شکل ۴. اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر وزن خشک گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'

Archive of SID

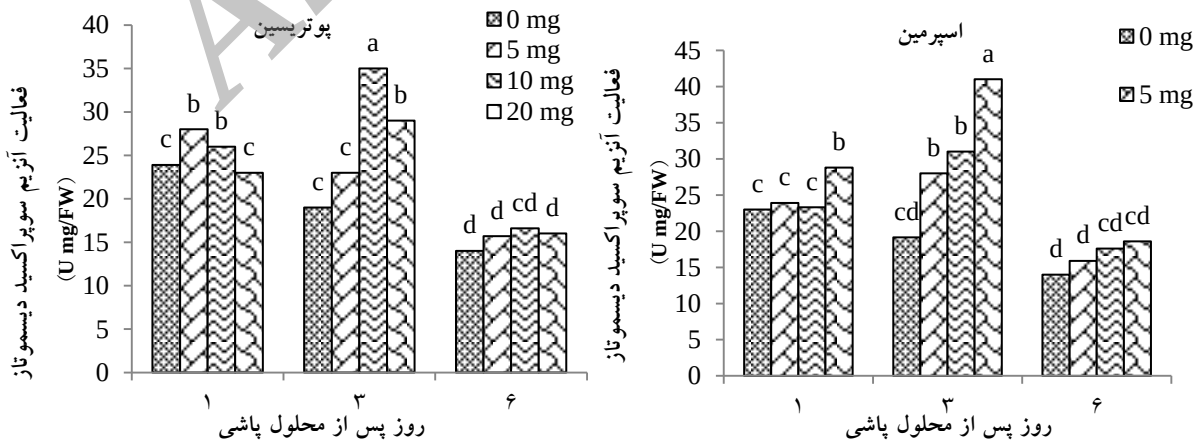
www.SID.ir

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت (کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز) نیز تحت تأثیر غلظت‌های مختلف پلی‌آمین قرار گرفت. تیمار ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین به‌طور معناداری سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری شد و اثر اسپرمین بیشتر از پوتریسین بود. در روز ششم فعالیت آن کاهش پیدا کرد (شکل ۵).

تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین در مرحلهٔ دوم نمونه‌برداری سبب افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز شد و در روز ششم فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تمام غلظت‌های پوتریسین کاهش یافت (شکل ۶). تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین به افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز منجر شد و فعالیت آن را تا مرحلهٔ سوم نمونه‌برداری افزایش داد، اما در روز ششم فعالیت آنزیم مذکور کاهش پیدا کرد (شکل ۶). کمترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمار شاهد مشاهده شد. تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری اثر بیشتری نسبت به تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین داشت (شکل ۶). در کل غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را بیشتر از پوتریسین افزایش داد (شکل ۶).



شکل ۵. اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر فعالیت آنزیم کاتالاز گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'

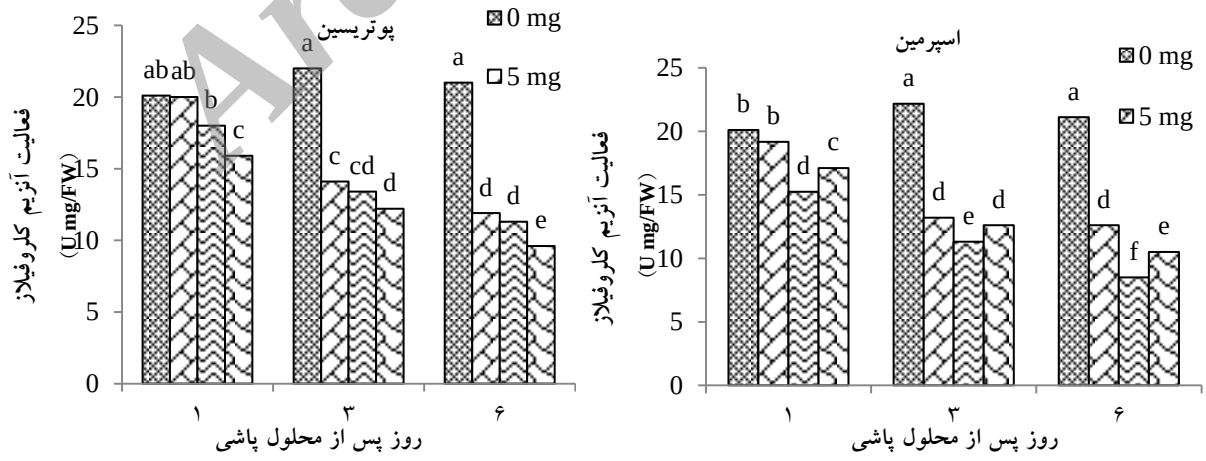


شکل ۶. اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'

Archive of SID
www.SID.ir

گیاهان برای حفاظت در برابر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) به دفاع آنتی‌اکسیدانتی نظیر ترکیبات آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) مجهزند [۵]. فعالیت این آنزیم‌ها موجب خنثی‌سازی فعالیت ROS تولیدشده در سلول‌ها می‌شود [۱۲]. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در واقع رادیکال‌های هیدروکسیل را خنثی می‌کند و کاهش در کل سطح آنتی‌اکسیدانت‌ها به‌سبب افزایش فعالیت سیتوکروم اکسیداز، آسکوربیک اسیداکسیداز و آنزیم‌های پراکسیداز است [۴۰]. پلی‌آمین‌ها می‌توانند به‌عنوان غیرفعال‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد و نیز با اتصال به مولکول‌های پروتئین که در ساختن آنزیم‌ها تأثیر دارند عمل کنند [۳۴]. پلی‌آمین‌ها به‌طور مستقیم یا از طریق کاهش گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) سبب افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت می‌شوند [۲۱]. اسپرمین با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معناداری موجب افزایش فعالیت این آنزیم‌ها شد و همچنین تأثیر پوتریسین بر فعالیت آنزیم کاتالاز براساس نتایج ما بیانگر آن است که پوتریسین با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در مرحلهٔ دوم نمونه‌برداری اثر معناداری بر افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز داشت. افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در اثر کاربرد پلی‌آمین‌ها را می‌توان ناشی از باند شدن پلی‌آمین‌ها با مولکول‌های پروتئین دانست که مانع شکسته شدن آنها می‌شود [۱۸]. کاربرد ۱-متیل‌سیکلو پروپان (1-MCP) بر روی فلفل دلمه‌ای سبب کاهش پیری و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت شد که دلیل آن به افزایش پلی‌آمین‌ها نسبت داده شد [۳۸]. همچنین کاربرد هورمون‌های گیاهی از جمله پلی‌آمین‌ها (اسپرمیدین) بر روی جلبک سبز سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت نظیر کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز شد و سطح ROS را کاهش داد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد [۳۶].

محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین به‌طور معناداری به کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز برگ آلسترومریا منجر شد، به‌طوری که بیشترین فعالیت آن در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری، و کمترین آن در مرحلهٔ سوم نمونه‌برداری در هر دو نوع پلی‌آمین بود (شکل ۷). در تیمار شاهد فعالیت آنزیم کلروفیلاز افزایش یافت. غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین توانایی بیشتری در کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز برگ داشت (شکل ۷). اسپرمین فعالیت آنزیم کلروفیلاز را بیشتر کاهش داد (شکل ۷).



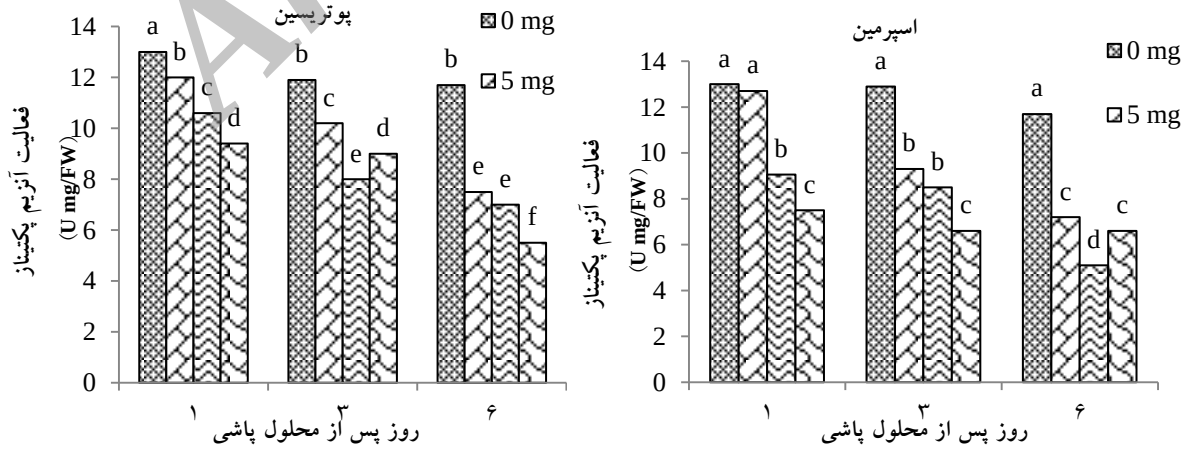
شکل ۷. اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر فعالیت آنزیم کلروفیلاز برگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'

Archive of SID
www.SID.ir

افـزایش فعالیـت کلـروفیلاز سـبب نـابودی کلروفیـل می‌شود و به‌طور کلی پلی‌آمین‌ها پیـری را بـا جلـوگیری از سنتز اتیلن به تأخیر می‌اندازند [۴۱]. گـل‌هـای آلسـترومریا نسبت به اتیلن بسیار حساس‌اند و اتیلن عامـل اصـلی زرد شدن برگ‌ها در گل‌های شاخه‌بریدهٔ آلسترومریا اسـت. زرد شدن برگ‌ها به‌علت تخریب کلروفیل در پاسخ بـه حضـور اتیلن اتفاق مـی‌افتـد [۴۶]. جلـوگیری از تجزیـهٔ کلروفیـل توسط پلی‌آمین‌ها احتمالاً با جلوگیری از فعالیت پراکسیداز مرتبط است [۲۶]. نتایج تحقیق حاضر نشـان مـی‌دهـد کـه اسپرمین با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر سبب کاهش معنادار فعالیت آنزیم کلروفیلاز در گل‌های آلسترومریا می‌شود. این نتیجه با یافته‌های تحقیق دربارهٔ جلبـک سـبز کـه اسـپرمین تأثیر مثبتی در کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز داشت تأییـد می‌شود [۳۶]. کاربرد اسپرمین بر روی برگ‌های گنـدم نیـز مانع کاهش کلروفیل شد [۱۹]. کاربرد پوتریسـین خـارجی بر روی میخک، ازدست دادن کلروفیل و پیری را به تعویق انداخت [۲۴]. تیمار فلفل دلمه با ۱- متیـل‌سـیکلو پروپـان (1-MCP) از تجزیهٔ کلروفیـل و تـنفس جلـوگیری کـرد و عامل اصلی بـه تـأخیر انـداختن پیـری توسـط 1-MCP را افزایش سطوح پلی‌آمین‌ها مثل پوتریسین و اسپرمین نسبت به تیمار شاهد می‌دانند [۳۸].

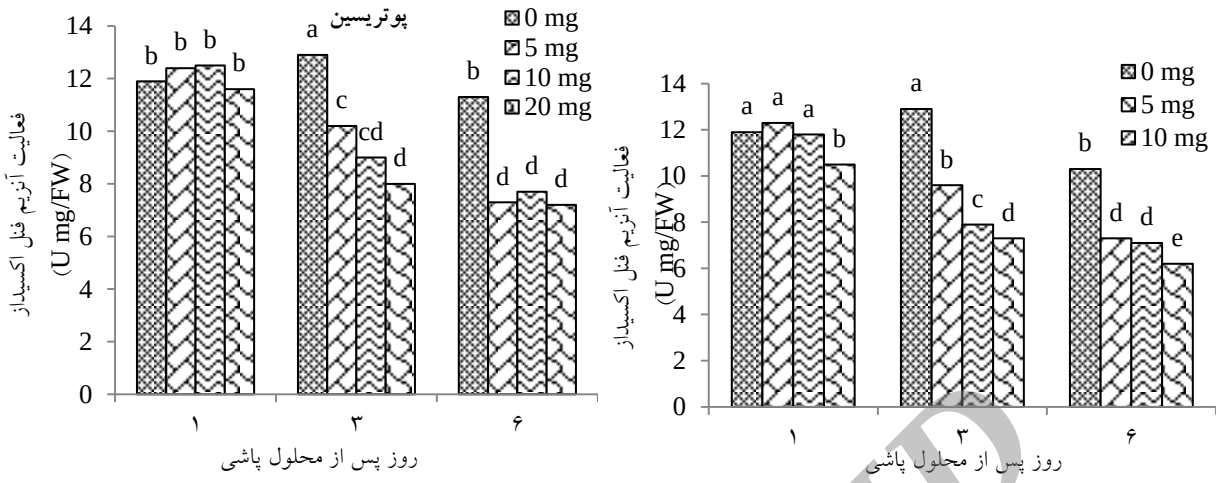
محلـول‌پاشـی گـل‌هـای آلسـترومریا بـا پوتریسـین و اسپرمین به‌طور معناداری سبب کاهش فعالیت آنزیم پکتیناز در گل‌های شاخه‌بریده شد که از مرحلهٔ اول نمونـه‌بـرداری تا روز ششم فعالیت آنزیم پکتیناز کاهش پیدا کـرد (شـکل ۸). ایـن کـاهش فعالیـت توانسـت پیـری را تـا زمـان طولانی‌تری به تعویق بیندازد. محلول‌پاشی بـا غلظـت‌هـای ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین اثر بیشتری در کـاهش فعالیـت آنـزیم پکتینـاز داشـت. محلـول‌پاشـی پوتریسین توانایی کمتـری نسـبت بـه اسـپرمین در کـاهش فعالیت پکتیناز داشت (شکل ۸).

باند شـدن پلـی‌آمـین‌هـا بـا مـواد پکتیکـی، دسترسـی آنزیم‌های تخریب‌کنندهٔ دیوارهٔ سلولی و هیدرولتیکی را بـه مواد پکتینی کـاهش مـی‌دهـد. فعالیـت آنـزیم گالاکترونـاز متناسب با غلظت پلی‌آمین‌ها کـاهش مـی‌یابـد [۲۸]. تـأثیر پلی‌آمین‌ها بر استحکام میوه همانند تأثیر کلریدکلسیم است که ممکن است به‌دلیل توانـایی مشـابه ایـن دو ترکیـب در اتصـال بـه دیـواره‌هـا و غشـاهای سـلولی باشـد [۴۴]. پلی‌آمین‌ها با مولکول‌های آنیونی نظیر پروتئین، فسفولیپید و پکتیک اتصال می‌یابند که ممکن است دلیل کاهش فعالیـت آنزیم پکتیناز باشـد [۶]. اسـپرمین پتانسـیل بیشـتری بـرای حفظ کیفیت گیاه نسبت بـه پوتریسـین و اسـپرمیدین دارد، هرچند مقدار زیاد اسپرمین ممکن است سـبب مسـمومیت در گیاه شود [۲۳]. در این آزمایش، محلول‌پاشی پوتریسین توانایی کمتری نسبت به اسپرمین در کاهش فعالیت پکتیناز داشت.



شکل ۸ اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر فعالیت آنزیم پکتیناز گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'

Archive of SID
www.SID.ir



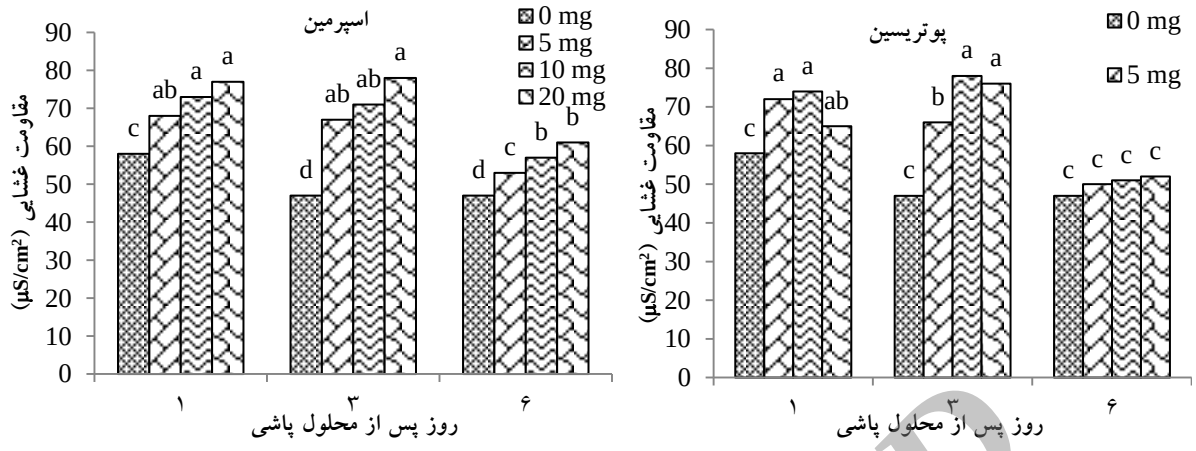
شکل ۹. اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر فعالیت آنزیم فنل‌اکسیداز گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'

محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین به کاهش فعالیت آنزیم فنل‌اکسیداز در گل آلسترومریا منجر شد، به‌طوری که در طی شش روز بعد از برداشت کاهش معناداری در هر دو نوع پلی‌آمین (پوتریسین و اسپرمین) وجود داشت و بهترین تیمار، ۲۰ گرم در لیتر اسپرمین بود (شکل ۹). این نتایج بیانگر این است که پلی‌آمین‌ها می‌توانند بر فعالیت این آنزیم تأثیر بگذارند.

قهوه‌ای شدن داخلی و خارجی مربوط به اکسید شدن ترکیبات فنولیک توسط آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز است [۱۱]. آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز عامل تبدیل ترکیبات فنلی به کوئینون‌هاست که تحت تابش نور می‌توانند به انواع رادیکال‌های آزاد تبدیل شده و موجب آسیب‌دیدگی سلول‌ها شوند [۲۷]. پلی‌آمین‌ها می‌توانند به‌عنوان غیرفعال‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد عمل کرده و غشاهای سلولی را در برابر اکسیده شدن حفظ کنند و با حفظ سیالیت غشا، افزایش سطح پلی‌آمین‌های داخلی، نشت یون و قهوه‌ای شدن پوست را نیز کاهش دهند [۴۲]. تیمار میوه‌های انار با پلی‌آمین‌ها به حفظ غلظت آسکوربیک اسید و افزایش ترکیبات فنولیکی در مقایسه با میوه‌های شاهد منجر شد که نشان‌دهندهٔ کاهش فعالیت‌های آنزیم‌های فنل‌اکسیداز و در نتیجه کاهش قهوه‌ای شدن بود [۳۱].

تیمار گل‌های آلسترومریا با غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین تأثیر معناداری بر افزایش مقاومت غشایی گلبرگ در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری داشت (شکل ۱۰). اسپرمین ۲۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین اثر را در افزایش مقاومت غشایی داشت، ولی در روز ششم مقاومت غشایی کاهش یافت (شکل ۱۰). پلی‌آمین‌ها می‌توانند به‌عنوان غیرفعال‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد عمل کرده و غشاهای سلولی را در برابر اکسید شدن حفظ کنند و بدین ترتیب مقاومت غشاها را افزایش دهند و می‌توانند سبب توقف سنتز اتیلن شوند و غشاهای سلولی را پایدار نگه دارند. اثرهای کمکی پلی‌آمین استفاده‌شده ممکن است به‌علت اثرهای آنتی‌اکسیدانی آن باشد که می‌تواند از تخریب غشای سلولی محافظت کند [۴۵]. نقش اسپرمیدین و اسپرمین در حفاظت از غشاها و جلوگیری از نشت الکترولیت‌ها و اسیدهای آمینه در طی تنش شوری در گیاه جو دیده شده است [۲۵].

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱۰. اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر مقاومت غشایی آلسترومریا رقم 'سوکاری'

۴. نتیجه‌گیری

براساس پژوهش انجام‌گرفته می‌توان نتیجه گرفت که اسپرمین و پوتریسین بر فعالیت کلروفیلاز، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز تأثیر معناداری در سطح ۱ درصد داشتند. اسپرمین با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و پوتریسین با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین تیمار بودند، به‌طوری که تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین به‌ترتیب عمر گلجایی را ۱۹ و ۲۲ روز افزایش داد. تیمار پوتریسین و اسپرمین در هر سه مرحلهٔ نمونه‌برداری موجب حفظ کلروفیل برگ شد. اسپرمین و پوتریسین بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌کسیدانت تأثیرگذار بودند و در افزایش عمر گلجایی آلسترومریا نقش مؤثری داشتند. اسپرمین ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و پوتریسین ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در افزایش عمر گلجایی و کاهش پیری گل‌های آلسترومریا داشتند. در کل تیمار اسپرمین در افزایش عمر گلجایی آلسترومریا مؤثرتر از تیمار پوتریسین بود.

منابع

۱. ناصری م و ابراهیمی گروی م (۱۳۸۱) تولید گل‌های پیازی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد. ۳۵۲ ص.

2. Abdel-Aziz G (2007) Some studies on the effects of putricine on growth, flowering and some chemical constituents of gladiolus. Ozona Applied Science. 2: 1943-1956.

3. Abu-Kpawoh JC, Xi YF, Zhang YZ and Jin YF (2002) Polyamine accumulation following hot-water dips influence chilling injury and decay in friar plum fruit. Food Chemistry and Toxicology. 67: 2649-2653.

4. Aeby H (1984) Catalase *in vitro*. Methods Enzymology. 105: 121-126.

5. Agarwal S, Sairam RK, Srivatava GC and Meena RC (2005) Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. Biologia Plantarum. 49: 541-550.

6. Apel K and Hirt H (2004) Reactive oxygen species: Metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Annual Review of Plant Biology. 55: 373-399.

7. Biswal UC and Biswal B (1988) Ultrastructural modification and biochemical changes during senescence of chloroplast. International Review Cytoplasm. 113: 317-321.

Archive of SID
www.SID.ir

8. Chanasut U, Rogers H, Leverentz M, Griffiths G, Thomas B, Wagstaff C and Stead A (2003) Increasing flower longevity in *Alstroemeria*. Postharvest Biology and Technology. 29: 325-333.

9. Coseteng MY (1987) Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. Food Science. 52: 985-989.

10. . Costa A (2005) A simplified assay method of Chlorophyllase activity. Chemistry Acta. 205: 337-342.

11. Crisosto CH, Micham EJ and Kader AA (2007) Pomegranate: Recommendation for maintaining postharvest quality. Department of Plant Sciences. University of California.

12. Dat J, Vandenabeele S, Vranova E, Van Montagu M, Inze D and Van Breusegem F (2000) Dual action of active oxygen species during plant stress responses. Cellular and Molecular Life Science. 57: 779-795.

13. Dibble ARG, Davies PJ and Mutschler MA (1988) Polyamine content of long-keeping alcobaca tomato fruit. Plant Physiology. 86: 338-340.

14. Drolet G, Dumbroff EB, Legge RL and Thompson JE (1986) Radical scavenging properties of polyamines. Phytochemistry. 25: 367-371.

15. Fernando F, Campanha MM, Barbosa JG and Paulo Fonts CR (1999) Influence of ethephon silver thiosulfate and sucrose pulsing bird of paradise vase life. Revista Braslieria de Fisiologia Vegetal. 11: 119-122.

16. Ferrante A, Hunter DA, Hackett WP and Reid MS (2002) Thidiazuron a potent inhibitor of leaf senescence in *Alestromeria*. Postharvest Biology and Technology. 25: 333-338.

17. Ferrante A, Mensuali-Sodi A and Serra G (2009) Effects of Thidizuron and gibberlic acid on leaf yellowing of cut stock flowers. Central European Biology. 4: 461-470.

18. Groppa MD and Benavides MP (2008) Polyamines and abiotic stress: recent advances. Amino Acids. 34: 35-45.

19. Heshmat S (2000) Change in chlorophyll, PAS and ultrastructure of *Puccina strifom* is induced green island on detach leaves of triticum. Plant Physiology. 38: 613-620.

20. Jiang CZ, Wu L, Masnish AJ, King A, Yi Y and Reid MS (2009) Thidiazouron a nonmetabolized cytokine shows promise in extending the life of potted plants. Postharvest Quality of Ornamentals Plants. 847: 548-557.

21. Kakkar RK and Sawhney VK (2003) Polyamine research in plants- a changing perspective. Physiolgia Plantarium. 116: 281-292.

22. Khan AS, Singh Z, Abbasi NA and Swinny EE (2008) Pre or postharvest application of putrescine and low temperature storage affect fruit ripening and quality of Agelino plum. Science of Food and Agriculture. 88: 1687-1695.

23. Kramer GF, Wang CY and Conway WS (1991) Inhibition of softening by polyamine application in 'Golden Delicious' and 'McIntosh' apples. American Society for Horticulture Science. 116: 813-817.

24. Lee M, Lee S and Park K (1997) Effect of spermine on ethylene biosynthesis in cut carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers during senescence. Plant Physiology. 151: 68-73.

25. Liu JH, Honda C and Moriguchi T (2006) Involvement of polyamine in floral and fruit development. JARQ. 40: 51-58.

Archive of SID
www.SID.ir

26. Ma JY, Zhou R and Cheng BS (1996) Effect of spermine on the peroxidase activity of detached wheat leaves. Shandang Agriculture University. 27: 176-180.

27. Marschner H (1995) Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed, Academic Press, London.

28. Martinez-Tellez MA, Ramos-Clamont MG and Gardea AA (2002) Effect of infiltrated polyamines on polygalacturonase activity and chilling injury responses in zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.). Biochemical and Biophysical Research Communications. 295: 98-1010.

29. Matile P, Hortensteiner S, Thomas H and Krautler B (1996) Chlorophyll breakdown in senescence leaves. Plant Physiology. 112: 1403-3.

30. Minami M and Yoshikawa H (1979) A simplified assay method of superoxide dismutase activity for clinical use. Chemistry Acta. 92: 337-342.

31. Mirdehghan S, Rahimi M, Castillo S, Martinez-Romero D, Guillen F, Valverde JM, Zapata PJ, Serrano M and Valero D (2007) Reduction of pomegranate chilling injury during storage after treatment: role of polyamine. Postharvest Biology and Technology. 44: 19-28.

32. Mutui MT (2006) The effect of gibberellin on the vase life flower alstroemeria. Agriculture. 23: 159-167.

33. Paksasorn A, Hayasaka T, Matsui H, Ohara H and Hirata N (1995) Relationship of polyamine content to ACC content and ethylene evolution in Japanese apricot fruit. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 63: 761-766.

34. Pang X, Zhang Z, Wen X, Ban Y and Moriguchi T (2007) Polyamines, all-purpose players in response to environment stresses in plants. Plant Stress. 1: 173-188.

35. Perez-Vicente A, Martinez-Romero D, Carbonell A, Srrano M, Riquelme F, Guillen F and Valero D (2002) Role of polyamines in extending shelf life and reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* L.) storage. Postharvest Biology and Technology. 25: 25-32.

36. Piotrowska A (2011) Phytohormones as regulator of heavy metal biosorption in green algae *Chlorella vulgaris*. Plant Physiology and Biochemistry. 52: 52-56.

37. Reid MS (2004) Prouduce facts alstromeria, peruvian lily. Postharvest Technology and Information Center. 424: 137-144.

38. Shifeng Cao (2012) Effect of 1-methylcyclopene on senescence and quality maintenance of green bell pepper fruit during storage at 20°C. Postharvest Biology and Technology. 70: 1-6.

39. Somogyi M (1952) Notes on sugar determination. Biology Chemistry. 195: 19-23.

40. Sood S and Nagar PK (2008) Postharvest alteration in PAS and ethylene two divers rose species. Acta Physiology Plant. 30: 243-248.

41. Suttle JC (1981) Effect of polyamines on ethylene production. Phytochemistry. 20: 1477-1489.

42. Tassoni A (1998) Characterization of spermidine binding to solubilized plasma membrane. Plant Physiology. 117: 971-977.

43. Valero D, Martinez-Romero D and Serrano M (2002) The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. Trends in Food Science and Technology. 13: 228-234.

44. Valero D, Martinez-Romero D, Serrano M and Riquelme F (1998) Influence of postharvest treatment with putrescine and calcium on endogenous polyamine, firmness, and abscisic

Archive of SID
www.SID.ir

acid in lemon (*Citrus lemon* L.) cv. Verna. Agriculture and Food Chemistry. 46: 2102-2106.

45. Velikova V, Yordanov I and Edreva A (2000) Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. Plant Science. 151: 59-66.

46. Wagstaff C, Chanasut U, Harren FJM, Laarhoven LJ, Thomas B, Rogers HJ and Stead AD (2005) Ethylene and flower longevity in alstromeria: relationship between tepal senescence, abscission and ethylene biosynthesis. Experimental Botany. 56: 1007-1016.

47. Youssef AA, Mona H, Mahgoub A and Talaat IM (2004) Physiological and biochemical aspects of *Matthiola incana* L. plants under the effect of putrescine and kinetin treatments. Egyptian Journal of Applied Science. 19: 425-433.

48. Ziosi V, Bregoli AM, Fregola F, Costa G and Torrigiani P (2009) Ripening delay is associated with up-regulation of polyamine level in peach fruit. Plant Physiology. 166: 938-946.

Archive of SID

www.SID.ir