مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ۱۲، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۹، ص ۹-۱

اثر محلول‌پاشی کلسیم، روی، بور و زمان برداشت بر فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در میوه دو رقم گلابی آسیایی در زمان انبارداری

کاظم ارزانی[1*]، حسن خوش‌قلب[2]، محمد جعفر ملکوتی[3] و محسن برزگر[4]

تاریخ دریافت : ۸۷/۲/۹ و تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/٤

E-mail: arzani_k@modares.ac.ir

Archive of SID

چکیده

اثر محلول‌پاشی با عناصر کلسیم، روی و بور (غلظت پنج گرم در لیتر) و مخلوط آن‌ها و همچنین دو تاریخ برداشت (۲۰ مرداد و پنج شهریور ماه سال ۱۳۸۵) بر بازدارندگی فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در زمان برداشت و در طول دوره انبارداری دو رقم گلابی آسیایی به نام‌های 'KS_9' و 'KS_{13}' در باغ تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس بررسی شد. نتایج نشان داد فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز از زمان برداشت تا سه ماه پس از برداشت افزایش و سپس کاهش یافت. در میوه‌های تیمار شده با عناصر غذایی، فعالیت پلی‌فنل اکسیداز هر دو رقم گلابی در زمان برداشت و انبارداری به‌طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های شاهد بود ($P< ۰/۰۱$). فعالیت آنزیم در زمان برداشت (۲۰ مرداد ماه) در میوه‌های ارقام 'KS_9' و 'KS_{13}' به‌ترتیب ۲۵٦ (شاهد)، ۲۱۲ (کلسیم)، ۱٦۳ (روی)، ۱۷۱ (بور) و ۱۱۲ (مخلوط سه عنصر) و همچنین ۲۸٦ (شاهد)، ۲٤۰ (کلسیم)، ۱۸٤ (روی)، ۱۹۳ (بور) و ۱۳٦ (مخلوط سه عنصر) واحد آنزیم در دقیقه در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بود. فعالیت پلی‌فنل اکسیداز در میوه‌های زود برداشت شده (در تاریخ ۲۰ مرداد) از زمان برداشت تا پایان دوره انبارداری کمتر از میوه‌های دیر برداشت شده (در تاریخ پنج شهریور) بود. باتوجه به این نتایج محلول‌پاشی با مخلوط کلسیم، روی و بور و برداشت زودهنگام میوه بر کاهش عارضه قهوه‌ای شدن داخلی و افزایش عمر انباری میوه مؤثر است.

کلمات کلیدی: پلی‌فنل اکسیداز، زمان برداشت، قهوه‌ای شدن داخلی، گلابی آسیایی

۱- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران – ایران (*مسئول مکاتبه)

۲- دانشجوی سابق دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران

۳- استاد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران

٤- دانشیار، گروه علوم صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران

www.SID.ir

مقدمه

گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) شامل یک گروه بزرگ از انواع گلابی‌ها است که منشاء آن شرق آسیا می‌باشد. میوه اغلب آن‌ها دارای شکل گرد و برخی دیگر مانند گلابی‌های اروپایی (*Pyrus communis* L.) دارای شکل کشیده هستند. اگرچه رنگ پوست غالب در آن‌ها قهوه‌ای – طلایی است ولی به رنگ‌های سبز، زرد و نارنجی نیز دیده می‌شوند. این گلابی‌ها را گلابی چینی یا ژاپنی نیز می‌نامند (۱ و ۲).

در سال ۱۹۹۸، تعدادی پیوندک ارقام گلابی آسیایی توسط گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس از کشور بلژیک به ایران وارد شد (۲). از خصوصیات مهم ارقام وارداتی تفاوت‌های میوه آن‌ها از نظر شکل، رنگ، تردی، صافی و زبری پوست، رنگ گوشت، عطر و طعم، مزه و زمان رسیدن میوه می‌باشد و عمر پس از برداشت محصول نیز در برخی ارقام بسیار مناسب است (۱ و ۲).

یکی از شایع‌ترین آسیب‌های فیزیولوژیکی گلابی‌های آسیایی، اروپایی و برخی میوه‌های دیگر، قهوه‌ای شدن داخلی میوه[1] می‌باشد که بر روی درخت، در انبار و صنایع تبدیلی هم مشاهده می‌شود (۱ و ٤). در ارقام وارداتی 'KS_9' و 'KS_{13}' این عارضه مشاهده می‌شود. این پدیده نه تنها سبب قهوه‌ای شدن گوشت و پوست میوه، بلکه سبب قهوه‌ای شدن آب میوه و تغییر در رنگ، طعم و عطر، بو و مزه گوشت و آب میوه می‌شود و کیفیت محصول کاهش می‌یابد. دلیل این عارضه، واکنش‌های تسریع شده آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (PPO)[2] در غشای سلول می‌باشد که باعث از بین رفتن غشای دیواره سلول و اکسیده شدن ترکیبات فنلی و مرگ سلول و ایجاد رنگیزه‌های قهوه‌ای می‌شود (۱۳ و ١٤). پلی‌فنل اکسیداز یک آنزیم مسی است که دارای دو یون Cu می‌باشد و یک محل فعال کاتالیز برای اکسیداسیون فنل‌ها دارد (۹).

پلی‌فنل اکسیداز که با نام‌های کاتکول اکسیداز، کاتکولاز، دی‌فنل اکسیداز، o– دی‌فنلاز و تریوزیناز نیز نامیده می‌شود در حضور اکسیژن دو نوع واکنش نشان می‌دهد. این واکنش‌ها عبارت از هیدروکسی کردن ترکیبات مونوفنل و تبدیل آن‌ها به ترکیب o– دی‌هیدروکسی و همچنین اکسید کردن ترکیبات o– دی‌هیدروکسی و تبدیل آن‌ها به ترکیبات کوئینین[3] می‌باشند (۵). در گلابی آسیایی، زمان صحیح برداشت تأثیر زیادی بر افزایش عمر انباری و کاهش قهوه‌ای شدن داخلی دارد و میوه‌هایی که زود برداشت شوند کمتر به عارضه قهوه‌ای شدن داخلی دچار می‌شوند (٤). جلوگیری از فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز یکی از موفقیت‌های صنایع تبدیلی محسوب می‌شود. فعالیت این آنزیم توسط میزان تنفس، غلظت عناصر غذایی، استحکام بافت میوه و آنتی‌اکسیدان‌ها تنظیم می‌شود و عواملی نظیر زمان برداشت، دما، ترکیب گازی اتمسفر و شرایط محیطی نیز بر فعالیت آن مؤثر می‌باشند (۷، ۸ و ۹). در گلابی آسیایی چندین آنتی‌اکسیدان آنزیمی و غیرآنزیمی برای جلوگیری از عارضه قهوه‌ای شدن داخلی میوه وجود دارد. آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی طیف وسیعی دارند که مهمترین آن‌ها سوپراکسید دیسموتاز[4]، کاتالاز[5] و پراکسیداز[6] می‌باشند. این سه آنزیم نقش مهمی در تخریب H_2O_2 دارند (١٦). معمولاً رادیکال‌های آزاد اکسیدکننده فنل‌ها توسط آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی شامل آسکوربیک اسید، آلفافرانسنس، گلوتاتیون، آلفاتوکوفرول و ترکیب آن‌ها که سیکل آسکوربات – گلوتاتیون نامیده می‌شود، کنترل می‌شوند (۱۱). همچنین قهوه‌ای شدن میوه ناشی از فعالیت پلی‌فنل اکسیداز توسط اضافه کردن سولفیدها، آسکوربیک اسید و سیستئین متوقف می‌شود. سولفیدها تا حد زیادی از فعالیت پلی‌فنل اکسیداز جلوگیری می‌کنند ولی برای سلامتی انسان مضر می‌باشند و کاربرد زیادی ندارند. چون

1 - Internal browning
2 - Poly phenol-oxidase

3 - Quinines
4 - Superoxide dismutase
5 - Catalase
6 - Peroxidase

Archive of SID
www.SID.ir

مصرف‌کنندگان به استفاده از مواد سنتزی تمایل ندارند، عموماً تمایل به ترکیبات طبیعی بسیار بیشتر است (۱۲).

استفاده از کلرورکلسیم در گلابی سبب افزایش مقاومت میوه به آسیب‌های فیزیولوژیکی در هنگام انبارداری می‌شود. کلسیم باعث افزایش پلی‌ساکاریدها و مواد جامد غیرقابل حل در الکل در دیواره سلولی میوه می‌شود و نفوذپذیری غشاء را افزایش می‌دهد. همچنین سبب حفاظت غشای سلولی و ثبات دیواره سلولی می‌شود (۱۰). نقش عنصر بور نیز در واکنش‌های فیزیولوژیکی مهم است و سبب جلوگیری از انواع قهوه‌ای شدن داخلی میوه (شامل چوبی شدن دیواره سلولی، متابولیسم قندها، متابولیسم فنل‌ها و نفوذپذیری غشای سلولی) می‌شود و به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند. عنصر روی نیز در انبارداری و ماندگاری پس از برداشت میوه‌ها نقش مهمی دارد. زیرا به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی در کاهش فعالیت اکسیدکننده‌هایی نظیر پلی‌فنل اکسیداز عمل می‌کند که عارضه قهوه‌ای شدن داخلی میوه را کاهش می‌دهد (۱۰). هدف از انجام این پژوهش، اثر محلول‌پاشی با عناصر کلسیم، روی و بور و همچنین تاریخ برداشت بر کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در زمان برداشت و طول دوره انبارداری در دو رقم گلابی آسیایی حساس به قهوه‌ای شدن به نام‌های ’KS_9‘ و ’KS_{13}‘ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

میوه‌های مورد استفاده از دو رقم گلابی آسیایی حساس به قهوه‌ای شدن به نام‌های ’KS_9‘ و ’KS_{13}‘ از باغ تحقیقاتی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس جمع‌آوری شد. میوه‌ها پس از بلوغ فیزیولوژیکی در دو تاریخ، در هنگام تغییر رنگ سبز به قهوه‌ای (۲۰ مرداد ماه ۱۳۸۵) و پس از پایان تغییر رنگ به قهوه‌ای (پنج شهریور ماه ۱۳۸۵) برداشت شدند. در هر تاریخ برداشت میوه‌های با سفتی و میزان مجموع مواد جامد محلول یکسان برای آزمایش انتخاب شدند. سپس میوه‌ها در دمای $1^{\circ}C$ و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ درصد نگهداری شدند. از هر دو رقم از زمان برداشت تا ماه پنجم انبارداری از میوه‌های سالم و تقریباً هم اندازه، تعداد چهار میوه برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز نمونه‌برداری شد. محلول‌پاشی از یک ماه پس از تشکیل میوه تا زمان برداشت هر دو هفته یک نوبت با کلرورکلسیم ($CaCl_2$) و سولفات روی ($ZnSO_4$) و بور و مخلوط این عناصر (کلسیم، روی و بور) با غلظت پنج در هزار برای هر عنصر و بدون محلول‌پاشی (شاهد) بر روی شاخساره و میوه‌های درختان انجام گرفت.

مقدار ۲۰۰ گرم از میوه هر یک از ارقام با ۲۰۰ میلی‌لیتر بافر ۵۰ میلی‌مولار فسفات (pH = ٦/٦ و شامل ۲/۵ درصد پلی وینیل پیرولیدون[1] برای حذف ترکیبات فنلی موجود در میوه) به مدت سه دقیقه به‌طور کامل مخلوط و همگن شد. سپس مخلوط همگن با دستگاه سانتریفوژ (۱٤۰۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۲۰ دقیقه در دمای $4^{\circ}C$ به طور کامل سانتریفوژ شد. محلول رویی برداشته و برای آزمایش‌های آنزیمی استفاده شد (۱۵).

برای تعیین فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز از ماده کاتکول (۰/۲ مولار) به عنوان سوبسترا در مراحل طیف نورسنجی استفاده شد (۱۵). برای جلوگیری از انجام واکنش، مخلوط به مدت پنج دقیقه در دمای $25^{\circ}C$ نگهداری شد. مخلوط واکنش شامل ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره گلابی دارای آنزیم و ۰/۹ میلی‌لیتر بافر ۵۰ میلی‌مولار فسفات (pH = ٦/٦) بود و سپس مقدار یک میلی‌لیتر از ماده کاتکول (۰/۲ مولار) به عنوان سوبسترا به مخلوط واکنش اضافه و به‌طور کامل همگن شد تا واکنش آنزیمی شروع شود. تمام مراحل آزمایش در دمای $4^{\circ}C$ انجام شد. مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان بود. جذب با دستگاه طیف نورسنج (مدل UNICAM UV-Vis 8620) در طول موج ٤۲۰ نانومتر و در دمای $25^{\circ}C$ و در هر دقیقه قرائت شد (۱۵). برای هر تیمار سه تکرار و سه

1 - Polyvinylpyrrolidone (PVP)

Archive of SID

www.SID.ir

نوبت قرائت انجام و نتایج براساس میانگین گزارش شد. نتایج آزمایش اندازه‌گیری فعالیت آنزیم درقالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس گردید و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از برنامه Excel رسم و گزارش شد.

نتایج و بحث

در اثر محلول‌پاشی با کلسیم، روی و بور و مخلوط آن‌ها، فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در هر دو تاریخ برداشت و هر دو رقم به طور معنی داری ($P\leq$ ۰/۰۱) کاهش یافت. فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در تمام تیمارها و در هر دو تاریخ برداشت بین دو رقم 'KS_9' و 'KS_{13}' تفاوت معنی‌دار ($P\leq$ ۰/۰۱) داشت و مقدار فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز میوه در زمان برداشت و طول دوره انبارداری در 'KS_{13}' بیشتر از 'KS_9' بود. فعالیت آنزیم در میوه‌های شاهد و محلول‌پاشی شده با کلسیم، روی، بور و مخلوط آن‌ها به‌ترتیب ۲۵٦، ۲۱۲، ۱٦۳، ۱۷۱ و ۱۱۲ واحد در دقیقه در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه، در 'KS_9' و به‌ترتیب ۲۸٦، ۲٤۰، ۱۸٤، ۱۹۳ و ۱۳۰ واحد در دقیقه در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه در 'KS_{13}' در تاریخ برداشت ۲۰ مرداد ماه بود (جدول ۱). تجمع ترکیبات فنلی در واکوئل سلول و افزایش فعالیت PPO باعث اکسید شدن ترکیبات فنلی و تجمع ملانین و رنگیزه‌های قهوه‌ای در واکوئل سلول می‌شود (٤ و ۱۳). این عارضه همچنین دسترسی غشای سلولی میوه به انرژی و آنتی‌اکسیدان‌ها را محدود می‌کند (۱٤). مخلوط کلسیم، روی و بور بیشترین اثر را در کاهش فعالیت آنزیم در زمان برداشت و طول دوره انبارداری میوه داشتند و عناصر روی، بور و کلسیم در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. اگرچه تفاوت معنی‌داری در تأثیر محلول‌پاشی با عناصر روی و بور در هر دو تاریخ برداشت میوه مشاهده نشد ولی در طول دوره انبارداری محلول‌پاشی با عنصر روی تأثیر معنی‌دار و بیشتری نسبت به محلول‌پاشی با عنصر بور داشت (جدول ۱). انبار کردن گلابی در انبارهای با اتمسفر کنترل شده (CA)[1] باعث کاهش تنفس و کاهش تولید آدنوزین تری‌فسفات (ATP) در میوه می‌شود و درنتیجه انرژی موردنیاز برای فعالیت‌های سلول و حفظ غشای سلولی کاهش می‌یابد و سلول‌ها به قهوه‌ای شدن داخلی حساس‌تر می‌شوند (۱٤). قهوه‌ای شدن داخلی میوه گلابی توسط میزان تنفس، غلظت عناصر غذایی و استحکام بافت میوه تنظیم می‌شود و لذا آن را می‌توان از طریق زمان برداشت صحیح، دما و ترکیب گازی مناسب اتمسفر و بهبود شرایط محیطی کنترل نمود (۹ و ۱۳). وجود برخی مواد در گلابی که نقش آنتی‌اکسیدانتی دارند و مانع فعالیت پلی‌فنل اکسیداز می‌شوند در طول دوره انبارداری و هنگام تبدیل نقش مهمی در جلوگیری از عارضه قهوه‌ای شدن دارند (۱۳). در این پژوهش، نیز با محلول‌پاشی عناصر کلسیم، روی و بور و مخلوط سه عنصر فعالیت PPO در زمان برداشت در هر دو رقم کاهش یافته است. دلیل عمده آن نقش این سه عنصر به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در کاهش فعالیت PPO است. دلایل متفاوت دیگری از جمله نقش این عناصر در فتوسنتز، دیواره سلولی، نقش آنتی‌اکسیدانی آن‌ها، شرکت آن‌ها در ساختمان آنزیم‌ها و غیره نیز می‌تواند در این موضوع مؤثر باشد. استفاده از کلسیم باعث افزایش پلی‌ساکاریدها و مواد جامد غیرقابل حل در الکل در دیواره سلولی میوه شده و نفوذپذیری غشا را افزایش می‌دهد. این مواد همچنین باعث حفظ بهتر غشای سلولی و ثبات دیواره سلولی می‌شوند (۱۰). کاربرد کلسیم باعث اتصال پکتین‌های بین سلولی به یکدیگر و درنهایت باعث استحکام بافت میوه می‌شود. در این شرایط فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز به علت استحکام بافت میوه در برابر اکسیده شدن کاهش پیدا می‌کند (٦).

عنصر روی در انبارداری و ماندگاری پس از برداشت میوه‌ها نقش مهمی دارد و به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی در کاهش فعالیت پلی‌فنل اکسیداز عمل می‌کند که عارضه قهوه‌ای شدن داخلی را کاهش می‌دهد.

1 - Controlled atmosphere

Archive of SID
www.SID.ir

همچنین در ساختمان آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی نقش فعال دارد (۱۰). بور نیز باعث افزایش غلظت آسکوربات و ویتامین ث (آنتی‌اکسیدان قوی) در گوشت میوه در حین رشد و انبارداری می‌شود. همچنین از طریق کمپلکس کردن ترکیبات فنلی و حذف اکسیژن با رادیکال آزاد از اکسیداسیون فنل‌ها جلوگیری می‌کند (۱).

از زمان برداشت میوه (در هر دو تاریخ برداشت میوه) تا سه ماه پس از انبارداری میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در تمام ارقام افزایش و بعد از آن به‌تدریج کاهش یافت.

فعالیت آنزیم در 'KS_9' و 'KS_{13}' در تاریخ برداشت ۲۰ مرداد به‌ترتیب از ۲۵۶ و ۲۸۶ به ۳۴۵ و ۳۶۴ و در تاریخ برداشت پنج شهریور از ۲۹۴ و ۳۲۱ به ۳۸۴ و ۳۹۱ واحد در دقیقه در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه در سه ماه پس از برداشت میوه افزایش یافت (شکل‌های ۱ و ۲).

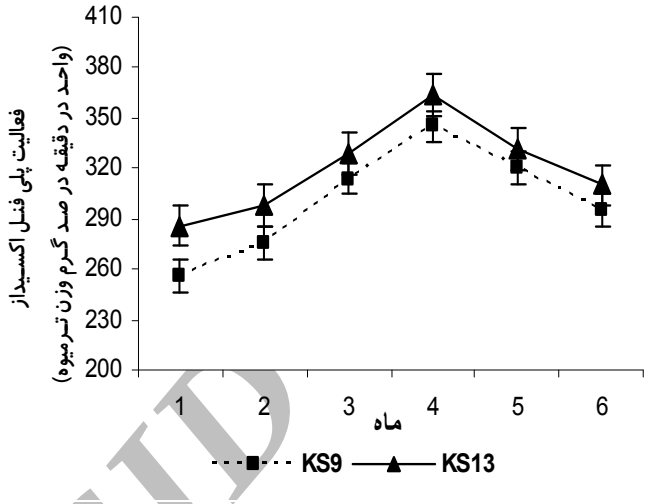
بنابر نتایج حاصله، کاربرد این عناصر باعث کاهش فعالیت PPO در هر دو رقم مورد آزمایش شد و مخلوط سه عنصر تأثیر بیشتری داشت (جدول ۱ و شکل‌های ۳ و ۴).

جدول ۱ - اثر محلول‌پاشی کلسیم، روی و بور و مخلوط آن‌ها بر میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در میوه‌های گلابی آسیایی

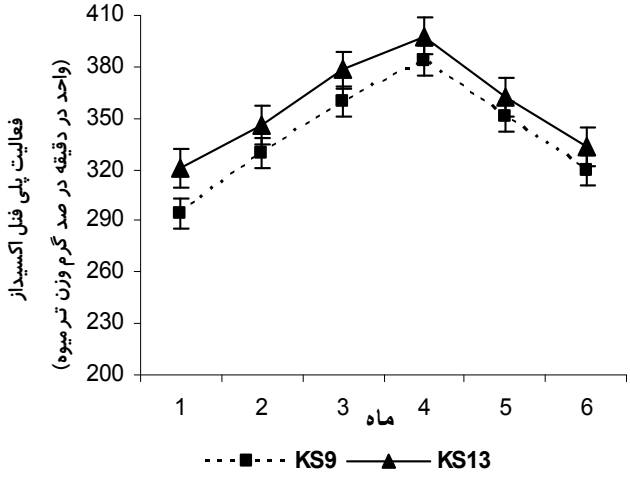
تیمار	فعالیت آنزیم (واحد در دقیقه در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه)			
	'KS_9'		'KS_{13}'	
	برداشت ۲۰ مرداد	برداشت ۵ شهریور	برداشت ۲۰ مرداد	برداشت ۵ شهریور
شاهد	۲۵۶^{a} ± ۳۱/۱	۲۹۴ ^{a} ±۱۱/۸	۲۸۶ ^{a} ±۱۴/۹	۳۲۱ ^{a} ± ۱۴/۲
کلسیم	۲۱۲^{b} ± ۸/۹	۲۴۱ ^{b} ±۱۵/۶	۲۴۰ ^{b} ± ۶/۸	۲۶۹ ^{b} ± ۱۵/۱
روی	۱۶۳^{c} ± ۱۰/۱	۱۸۲ ^{c} ±۱۱/۲	۱۸۴ ^{c} ±۱۲/۴	۲۱۷ ^{c} ± ۱۱/۵
بور	۱۷۱^{c} ± ۱۱/۷	۱۹۳ ^{c} ± ۹/۸	۱۹۳^{c} ± ۱۳/۷	۲۱۸ ^{c} ± ۱۳/۱
کلسیم + روی + بور	۱۱۲ ^{d} ± ۷/۴	۱۳۶ ^{d} ± ۱۱/۳	۱۳۰ ^{d} ± ۸/۱	۱۶۶ ^{d} ± ۱۰/۳

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ - تغییرات فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در دوره انبارداری در میوه‌های ارقام 'KS$_9$' و 'KS$_{13}$' برداشت شده در ۲۰ مرداد (بدون محلول‌پاشی)

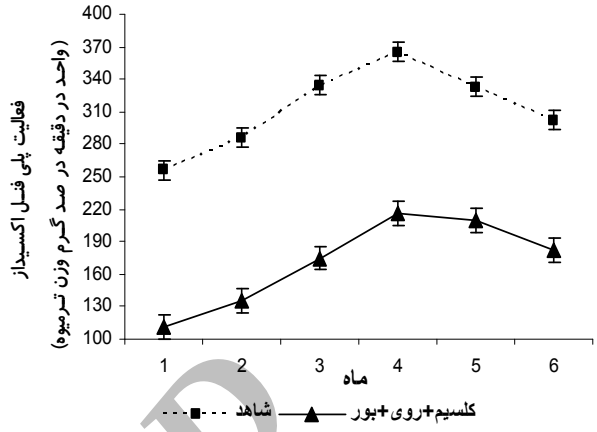


شکل ۲ - تغییرات فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در دوره انبارداری در میوه‌های ارقام 'KS$_9$'، و'KS$_{13}$' برداشت شده در ۵ شهریور (بدون محلول‌پاشی)

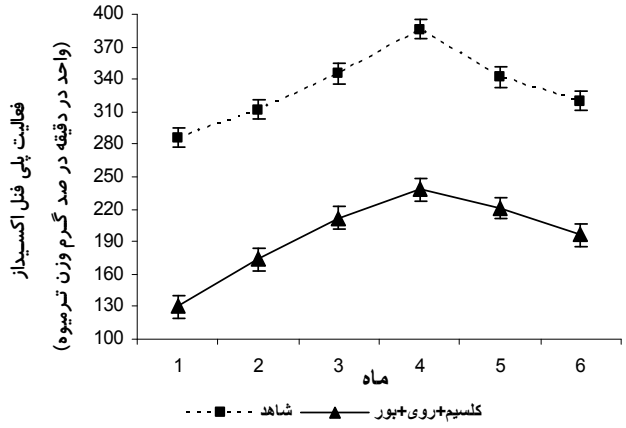
در هر دو رقم از زمان برداشت تا ماه پنجم انبارداری، فعالیت آنزیم در میوه‌های تیمار شده با مخلوط سه عنصر کمتر از میوه‌های شاهد بود ($P\leq$ ۰/۰۱). فعالیت آنزیم در میوه‌های شاهد و محلول‌پاشی شده با مخلوط سه عنصر در زمان برداشت در رقم 'KS$_9$' به‌ترتیب ۲۵٦ و ۱۱۲ و در رقم 'KS$_{13}$' به‌ترتیب ۲۸٦ و ۱۳۰ واحد در دقیقه در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بود و در ماه پنجم انبارداری نیز در رقم 'KS$_9$' به‌ترتیب ۳۰۲ و ۱۸۲ و در رقم 'KS$_{13}$' به‌ترتیب ۳۲۰ و ۱۹٦ واحد در دقیقه در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بود (شکل‌های ۳ و ٤). مشخص شد که در برداشت زودهنگام (در ۲۰ مرداد) فعالیت PPO در زمان برداشت و انبارداری بیشتر از میوه‌های دیر برداشت شده (در پنج شهریور) بود (جدول ۱ و شکل‌های ۱ و ۲). تحقیقات زیادی نشان داده است برداشت زودهنگام در گلابی آسیایی باعث کاهش عارضه قهوه‌ای شدن میوه می‌شود به نظر می‌رسد در میوه‌های زود برداشت شده سفتی بیشتر میوه در حین برداشت و انبارداری باعث حفظ بهتر ساختمان سلولی و دیواره غشای سلولی می‌شود و فعالیت PPO کاهش می‌یابد (٤ و ١٤). در تحقیقی (۳) روی فعالیت PPO و ترکیبات فنلی در طول دوره انبارداری در گلابی اروپایی مشخص شد فعالیت PPO تا چند ماه پس از انبارداری افزایش و سپس به علت کاهش میزان ترکیبات فنلی در میوه، فعالیت PPO نیز کاهش یافت که با پژوهش حاضر (شکل‌های ۱ الی ٤) مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳ – فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در دوره انبارداری در میوه‌های KS’9 محلول‌پاشی شده و شاهد با تاریخ برداشت ۲۰ مرداد ماه



شکل ٤ – فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در دوره انبارداری در میوه‌های KS’13 محلول‌پاشی شده و شاهد با تاریخ برداشت ۲۰ مرداد ماه

پیشنهادات

به دلیل نقش محلول‌پاشی با عناصر کلسیم، روی و بور و همچنین برداشت زودهنگام بر کاهش فعالیت PPO و عارضه قهوه‌ای شدن داخلی میوه توصیه می‌شود در هنگام رشد میوه تا زمان رسیدن هر دو هفته تا یک ماه یک بار درختان با مخلوط عناصر کلسیم، روی و بور محلول‌پاشی شده و میوه‌ها در مرحله شروع بلوغ فیزیولوژیکی برداشت شده تا بتوان میوه‌ها را با کیفیت بهتر و بدون عارضه قهوه‌ای شدن داخلی در انبار نگهداری نمود. اگرچه عناصر غذایی مذکور علاوه بر دارا بودن پتانسیل مناسب به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی نقش مهمی نیز در افزایش عملکرد و کیفیت میوه دارند.

تشکر و قدردانی

مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش از پروژه ملی گلابی آسیایی به شماره ۸٤۰۰٦ (صندوق پژوهشگران کشور) که توسط گروه باغبانی دانشگاه تربیت مدرس در دست اجراست تهیه شده است که بدین وسیله تشکر می‌گردد. همچنین از همکاران گروه باغبانی و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس که در کلیه مراحل انجام این پژوهش همکاری نموده‌اند، قدردانی می‌گردد.

Archive of SID

References

1. Arzani K, Khoshghalb H, Malakouti MJ and Barzegar M (2008) Postharvest physicochemical changes and properties of Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) and European (*Pyrus communis* L.) pear cultivars. Hort. Environ. Biotechnol. 49(4): 244-252.
2. Arzani K (2005) Progress in national Asian pear project: Study on the adaptation of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) cultivars under Iran environmental conditions. Acta Hortic. 671: 209-212.
3. Carbonar M and Mattera M (2001) Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels in organically and

www.SID.ir

conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). Food Chem. 72: 419- 424.

4. Crisosto CH, Gamer D and Crisosto GM (1994) Late harvest and delayed cooling induce internal browning of 'Ya Li' and 'Seuri' Chinese pears. HortScience. 29: 667-670.
5. Ding C, Chachin K, Ueda Y and Wang CY (2002) Inhibition of loquat enzymatic browning by sulfhydryl compounds. Food Chem. 76: 213-218.
6. Guan J and Li G (2001) The influence of calcium on memberane permeability and lipid peroxidation Yali pear. In: The Proceedings of the International Symposium on Asian Pear. 25-29 August, Kuaryoshi, Tottori, Japan p. 63 (Abst.).
7. Khoshghalb H, Arzani K, Malakouti, MJ and Barzegar M (2007) The relationship between antioxidant level and internal browning disorder in some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) fruit genotypes. 10th International symposium on pear, 22-26 May Portugal. Pp. 90 (Abst.).
8. Lee M, Kim Y, Kim N, Kim G, Kim S, Bang K and Park I (2002) Prevention of browning in potato with a heat-treated onion extract. Biosci. Biotech. Bioch. 66(4): 856-858.
9. Martinez MV and Whitaker JR (1995) The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends Food Sci. Tech. 6: 195-200.
10. Malakouti MJ (2007) Zinc is a neglected element in the life cycle of plants. Middle Eastern and Russian J. Plant Sci. Biotech. 1(1): 1-12.
11. Negishi O, Negishi Y and Ozawa T (2002) Effects of food materials on removal of Allium-specific volatile sulfur compounds. J. Agr. Food Chem. 50: 3856-3861.
12. Sapers GM (1993) Browning of foods: Control by sulfites, antioxidants and other means. Food Technol. 47(10): 75-84.
13. Veltman R, Kho RM, van Schaik AC and Sanders MG (2000) Ascorbic acid and tissue browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs. Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions. Postharvest Biol. Tec. 19: 129-137.
14. Veltman R, Lentheric L, Van der Plas H and Peppelenbos W (2003) Internal browning in pear fruit (*Pyrus communis* L. cv Conference) may be a result of a limited availability of energy and antioxidants. Postharvest Biol. Tec. 28: 295-302.
15. Zauberman G, Ronen R, Akerman M, Weksler A, Rot I and Fuchs Y (1991) Post-harvest retention of the red colour litchi fruit pericarp. Sci. Hortic. 47: 89-97.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Crops Improvement, Vol 12, No 2, Autumn 2010

Effect of Ca, Zn and B applications and harvest time on fruits polyphenol oxidase (PPO) activity in two Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) cultivars during storage

K. Arzani [1], H. Khoshghalb [2], M. J. Malakouti [3] and M. Barzegar [4]

E-mail: arzani_k@modares.ac.ir

Abstract

The effect of Ca, Zn and B foliar application (five g l^{-1}) and their mixed applications as well as two harvest dates (1st and 15st of August) on PPO activity of two commercial Asian pears ('KS'$_9$ and 'KS'$_{13}$) fruits at the time of harvest and during storage were investigated. Results showed that the PPO activity increased from harvest time to three months after storage and then decreased. During storage, PPO showed lower activity in the fruits harvested from foliar sprayed trees compared with nonsprayed trees for both harvest dates and in both cultivars. In the first harvest date (1st of August), PPO activity of foliar sprayed treatments were 256 (control), 212 (Ca), 163 (Zn), 171 (B) and 112 (Ca + Zn + B) for 'KS'$_9$ and 286 (control), 240 (Ca), 184 (Zn), 193 (B) and 136 unit activity min^{-1} per $100g^{-1}$ FW (Ca + Zn + B) for 'KS'$_{13}$. In the early harvested fruits (1st of August), the amount of PPO showed lower activity than the late harvested fruit during five months storage in two studied cultivars. Hence, it is concluded that Ca, Zn and B applications and earlier fruit harvest could affected to decrease in the enzymatic browning disorder and increase the storage longivity of fruits.

Keywords: Asian pear, Harvest time, Internal browning, Polyphenol oxidase, Postharvest physiology

1- Professor, Department of Horticultural Science, Agriculture Faculty, Tarbiat Modares Uni., Tehran – Iran **(Corresponding Author)**
2- Ph.D., Department of Horticultural Science, Agriculture Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran - Iran
3- Professor, Department of Soil Science, Agriculture Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran - Iran
4- Associate Pro., Department of Food Science and Technology, Agriculture Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran - Iran

Archive of SID

www.SID.ir