بررسی کارآیی پیش‌تیمار آب گرم بر قابلیت انبارمانی میوه انار در دمای سرد با استفاده از شاخص‌های وقوع آسیب اکسیداتیو و تغییر در ویژگی های فیزیکوشیمیایی

لیلا تقی‌پور*[۲،۱]، مجید راحمی[۱]، پدرام عصار[۲]

[۱*] گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

[۲] گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، صندوق پستی: ۱۱۱-۷۴۱۳۵، جهرم، ایران

*نویسنده مسئول: L_taghipoor@yahoo.com ، Leilataghipour@jahromu.ac.ir

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات و مکانیزم‌های پیش تیمار آب گرم بر حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار رقم 'رباب نی‌ریز' در شرایط انبارداری سرد بود. غوطه‌وری در آب ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۴ دقیقه به عنوان پیش تیمار گرمایی و غوطه‌وری در آب مقطر ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۴ دقیقه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. پس از ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز انبارداری در دمای ۰/۵± ۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ±۹۰ درصد، درصد کاهش وزن و شاخص صدمه سرمازدگی ارزیابی شد. افزون بر این، محتوای مالون‌دی‌آلدهاید و شدت فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گوایاکول پراکسیداز (GPX) و آسکوربات پراکسیداز (APX) هم در ابتدا (روز اعمال پیش تیمار) و هم در زمان‌های مذکور در طول دوره انبارداری اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد پس از ۳۰ روز انبارداری سرد، تفاوت معنی داری بین میوه‌های تیمار شده و شاهد وجود نداشت. اما با تمدید مدت انبارداری و تا انتهای آن، میوه های تیمار شده به صورت معنی داری درصد کاهش وزن، شاخص صدمه سرمازدگی و محتوای مالون‌دی‌آلدهاید کم‌تر، و سطح فعالیت آنتی اکسیدانی آنزیمی بیش‌تری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند. تیمار میوه‌ها از طریق حفظ بهتر سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه کاهش محتوای مالون‌دی‌آلدهاید پوست میوه‌ها، سبب حفظ یکپارچگی و ساختار غشاءهای سلولی بافت پوست و کاهش صدمه سرمازدگی و میزان آب از دست دهی میوه‌های انباری انار شد. افزون بر این، مشخص شد آنزیم GPX نقشی در فرآیند قهوه‌ای شدن بافت میوه انار در دمای سرد نداشت.

کلمات کلیدی: آنزیم‌های آنتی اکسیدان، رباب نی‌ریز، صدمه سرمازدگی، کاهش وزن، مالون دی آلدهاید.

مقدمه

انار رقم 'رباب نی‌ریز' یکی از انواع مهم صادراتی ایران با میوه‌هایی دیررس، با اندازه متوسط تا بزرگ و دارای پوست ضخیم و آریل قرمز رنگ است. طراحی و اجرای تحقیقات بنیادین جهت افزایش عمر انباری این محصول در کنار حفظ ویژگی‌های ارزشمند کیفی آن ضروری می‌باشد. میوه انار به‌شدت به سرمازدگی حساس است و در صورتی‌که بیش از یک ماه در دمای بین نقطه انجماد (۳- °C) و ۵ °C و یا بیش از ۲ ماه در دمای ۵ °C قرار بگیرد، به محض انتقال به دمای ۲۰ °C نرخ تنفس و تولید اتیلن آن افزایش‌یافته و علائم صدمه سرمازدگی ظاهر می‌شوند (Kader, 2006). امروزه استفاده تجاری از فنّاوری پس از برداشت، به‌منظور جلوگیری یا کاهش صدمات سرمازدگی در محصولات حساس، مورد اقبال و توجه فراوان قرار دارد. تلاش بر این است تا وقوع آسیب سرمازدگی و ظهور نشانه‌های آن را در طی انبار سرد به‌وسیله روش‌هایی مانند تیمار-های گرمایی قبل یا در طی انبار (Mirdehghan *et al.*, 2006, 2007)، کاهش دهند. نقش مثبت تیمارهای گرمایی به‌عنوان فنّاوری‌های دوستدار طبیعت، از طریق تشدید یکپارچگی غشاء به‌وسیله افزایش نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع، تشدید بیان ژن‌های HSP[1] و تجمع پروتئین‌های شوک گرمایی، افزایش فعالیت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی و نیز افزایش بیان مسیر آرژنین و در نتیجه تجمع مولکول‌های پیام‌رسان[2] موثر در افزایش مقاومت به صدمات سرمازدگی (مانند پلی‌آمین‌ها، نیتریک‌اسید و پرولین) می‌باشد و به همین دلیل کاربرد این گونه تیمارها بسیار مورد توجه است. درک

[1]- Heat Shock Protein
[2]- Signal

IrHC2019

عمیق مکانیسم‌های فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی اثرگذاری تیمارهای گرمایی به ما این اجازه را می‌دهد که استراتژی دقیقی برای استفاده از آن‌ها در کنترل صدمه سرمازدگی محصولات باغبانی داشته باشیم (Aghdam and Bodbodak, 2014). بنابراین هدف این پژوهش بررسی اثرات پیش تیمار آب گرم بر تغییرات فعالیت‌های آنزیمی پوست میوه انار رقم 'رباب نی‌ریز' طی نگهداری در انبار سرد بود.

مواد و روش‌ها

میوه‌های انار رقم 'رباب نی‌ریز' (*Punica granatum* L. cv. Rabab-e-Neyriz) در مرحله بلوغ تجاری از یک باغ تجاری واقع در شهرستان نی‌ریز استان فارس دست‌چین و بلافاصله به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشگاه شیراز منتقل شدند. طرح آماری درنظر گرفته شده، فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار بود. فاکتورهای آزمایشی شامل اعمال پیش‌تیمار آب گرم (در ۲ سطح: تیمار آب گرم و شاهد) و زمان نمونه‌گیری (برای ارزیابی شاخص صدمه سرمازدگی پوست میوه‌ها در ۳ سطح: پس از ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز انبارداری سرد؛ و برای ارزیابی مابقی صفات در ۴ سطح: روز صفر و پس از ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز انبارداری سرد) بودند. غوطه‌وری در آب ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۴ دقیقه به عنوان پیش تیمار گرمایی و غوطه‌وری در آب مقطر ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۴ دقیقه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تعداد ۳۲۰ میوه به‌طور تصادفی انتخاب و به ۲ گروه اصلی ۱۶۰ عددی (هرگروه اصلی شامل ۴ گروه کوچک‌تر و هر گروه کوچک متشکل از ۴ تکرار و ۱۰ عدد میوه در هر تکرار) به‌منظور انجام تیمارها تقسیم شدند. برای پیش تیمار گرمایی از حمام آب گرم (Model: YCM-04M) که کنترل دقیق دما توسط آن امکان‌پذیر است استفاده شد. پس از اعمال پیش تیمار و قبل از شروع دوره انبارداری (روز صفر آزمایش)، میوه‌ها در درون کیسه‌های کاغذی و در دمای اتاق به‌منظور خشک شدن قرار گرفتند. پس از توزین، قرار دادن در جعبه‌های مخصوص تک ردیفه و برچسب‌گذاری، میوه‌ها در سردخانه با دمای ۰/۵ ± ۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ±۹۰ درصد به مدت ۹۰ روز انبار شدند. نمونه‌گیری از میوه‌ها در شروع آزمایش (روز صفر؛ پس از اعمال تیمارهای آب گرم و شاهد) و در طی دوره انبارداری به فواصل زمانی ۳۰ روزه انجام شد. در هر مرحله ۲ گروه از میوه‌ها (یک گروه از میوه‌های شاهد و یک گروه از میوه‌های تیمار شده با آب گرم) از سردخانه خارج شدند. صفات مورد بررسی عبارت از درصد کاهش وزن، صدمه سرمازدگی، محتوای مالون دی آلدهاید و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان سوپراکسید دسموتاز، کاتالاز، گوایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز در پوست میوه‌ها بودند. میوه‌ها قبل از ورود و پس از خروج از انبار توزین شدند و با استفاده از رابطه مقابل درصد کاهش وزن میوه‌ها محاسبه شد:

$$\text{درصد کاهش} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

میوه‌ها پس از خروج از سردخانه، به‌منظور ظهور علائم سرمازدگی سطح آب [illegible] و بروزرفتگی پوست، به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند. سپس هرکدام از میوه‌های هر تکرار ازلحاظ علائم مربوطه مورد ارزیابی قرار گرفتند. میوه‌ها با توجه به درصد آسیب‌دیدگی سطح پوست خود درجه‌بندی شدند و درنهایت شاخص صدمه سرمازدگی[3] (CI) با استفاده از فرمول زیر برای هر تکرار محاسبه شد (Sayyari *et al.*, 2009):

$$CI = \frac{\sum (\text{تعداد میوه مربوط به آن} \times \text{درجه سرمازدگی})}{\text{تعداد کل میوه‌ها} \times ۴}$$

میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی در بافت، با ارزیابی میزان تشکیل مالون‌دی‌آلدهاید (به‌عنوان محصول پراکسیداسیون لیپیدی) به روش Heath و Packer (۱۹۶۸) و با کاربرد تیوباربیتوریک اسید (TBA) به‌عنوان ماده مسبب واکنش تعیین شد. فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز (SOD) درعصاره‌های تهیه شده از نمونه‌ها با سنجش کاهش میزان

[3]- Chilling injury

IrHC2019

جذب نوری کمپلکس سوپراکسید نیتروبلوتترازولیوم تحت تأثیر فعالیت آنزیم ارزیابی شد (Beauchamp and Fridovich, 1971). فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) با بررسی کاهش میزان جذب نوری در طول‌موج ۲۴۰ نانومتر (به دلیل تجزیه پراکسید هیدروژن) در طی مدت ۱ دقیقه ارزیابی شد (Dhindsa *et al.*, 1981). فعالیت آنزیم گوایاکول پراکسیداز (GPX) با ارزیابی افزایش میزان جذب نوری در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر (به دلیل اکسید شدن گوایاکول در حضور پراکسیدهیدروژن) در طی مدت ۱ دقیقه ارزیابی شد (Chance and Maehly, 1955). فعالیت آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز (APX) با ارزیابی کاهش میزان جذب نوری در طول‌موج ۲۹۰ نانومتر (به دلیل اکسید شدن آسکوربات) در طی مدت ۱ دقیقه ارزیابی شد (Nakano and Asada, 1981). قرائت میزان جذب نوری هر نمونه، با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Biowave II UV/vis spectrophotometer, Biochrom Ltd, Cambridge, UK) انجام شد.

در نهایت، آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1.3 service pack 4 و به کمک آزمون LSD انجام و تفاوت‌های موجود بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه و گزارش شد.

نتایج و بحث

شاخص صدمه سرمازدگی پوست میوه: پس از یک ماه انبارداری سرد، از نظر میزان شاخص‌های صدمه سرمازدگی پوست میوه‌ها تفاوت آماری بین میوه‌های تیمار شده و شاهد وجود نداشت (شکل ۱). پس از آن، با پیشرفت بیش‌تر زمان انبارداری، اثر تیمار آب گرم در کاهش معنی‌دار میزان شاخص مذکور مشهود بود که البته تفاوت‌های موجود بین میوه‌های تیمار شده و شاهد در روز ۶۰، نسبت به روز ۹۰، بیش‌تر بود. نتایج ما با پژوهش‌های ربیعی و رحمانی (۱۳۹۳) و Mirdehghan و همکاران (۲۰۰۷) در زمینه تاثیر مثبت تیمار آب گرم بر انبارداری سرد میوه‌های انار مطابق بود. ربیعی و رحمانی (۱۳۹۳) میوه‌های رقم 'میخوش' را با آب گرم ۴۵ °C به مدت ۵ دقیقه و یا آب گرم ۵۵ °C به مدت ۵ ثانیه تیمار و به مدت ۴ ماه در انبار سرد با دمای ۳ °C انبار کردند. آن‌ها گزارش نمودند که میوه‌های تیمار شده با آب گرم، درصد کاهش وزن و صدمه سرمازدگی کمتری داشتند و میزان تاثیرگذاری مثبت تیمار آب گرم ۴۵ °C بیش‌تر بود. Mirdehghan و همکاران (۲۰۰۷) میوه‌های رقم 'Mollar de Elche' را با آب گرم ۴۵ °C به مدت ۴ دقیقه تیمار کردند و به صورت مشابه، اثر مثبت تیمار را بر کاهش نشت الکترولیت‌ها و صدمه سرمازدگی و علائم آن در پوست میوه‌ها گزارش‌کردند.

محتوای مالون‌دی‌آلدهاید (MDA) پوست میوه: از نظر میزان این شاخص، تا روز ۳۰ از دوره انبارداری تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های شاهد و تیمار شده وجود نداشت، اما پس از ۶۰ روز انبارداری، میزان شاخص مذکور در میوه‌های شاهد به صورت معنی‌داری بیش‌تر از میوه‌های تیمار شده بود و این اختلاف آماری تا پایان دوره انبارداری برقرار بود (شکل ۲). قرارگیری بافت‌ها در دمای سرد می‌تواند ساختار غشاءهای یاخته‌ای را به دلیل پراکسیداسیون لیپیدی تغییر دهد. پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع هم‌زمان با سخت‌شدن غشاء و مرگ یاخته، موجب تولید رادیکال سوپراکسید و MDAمی‌گردد. بنابراین اندازه‌گیری غلظت MDA در بافت‌ها شاخص خوبی برای ارزیابی سلامت و یکپارچگی غشاءها در دماهای سرد است (Jouve *et al.*, 1993). نتایج این پژوهش با یافته‌های سایر پژوهش‌های مرتبط با نگهداری پس از برداشت میوه‌ها موافق بود که بیان می‌کنند میزان پراکسیداسیون چربی‌ها و مقدار MDA در واکنش به سرمازدگی بافت‌ها افزایش می‌یابند و پیش تیمارهای موثر (مانند غوطه‌وری در کلسیم و گرما) با ایجاد مقاومت می‌توانند از میزان وقوع این فرایندها بکاهند (Gao *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2005).

تغییرات فعالیت آنزیم ها: دماهای سرمازدگی تعادل بین تولید ROS و مکانیسم‌های دفاعی آنتی اکسیدانی درونی در برابر آن را تغییر می‌دهند (Hodges *et al.*, 2004). حفظ این تعادل برای بقای یاخته‌های بافت‌های میوه طی انبار سرد مهم است. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان SOD، CAT، GPX و APX به عنوان بخشی از سیستم دفاعی آنزیمی درونی، مسئول تنظیف انواع ROS تولید شده در شرایط تنش‌های گوناگون مانند سرمازدگی هستند (Hajiboland, 2014). آنزیم SOD مسئول خنثی سازی رادیکال خطرناک سوپراکسید و تبدیل آن به ملکول کم خطرتر پراکسید هیدروژن است و به دنبال آن آنزیم‌های CAT، GPX و APX با تبدیل ملکول H_2O_2 به ملکول آب، عمل تنظیف این گونه اکسیژن فعال را انجام می‌دهند (Hajiboland, 2014). در اثر سرمازدگی، انرژی یاخته‌ها و در نتیجه فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاهش می‌یابد که با تجمع رادیکال‌های

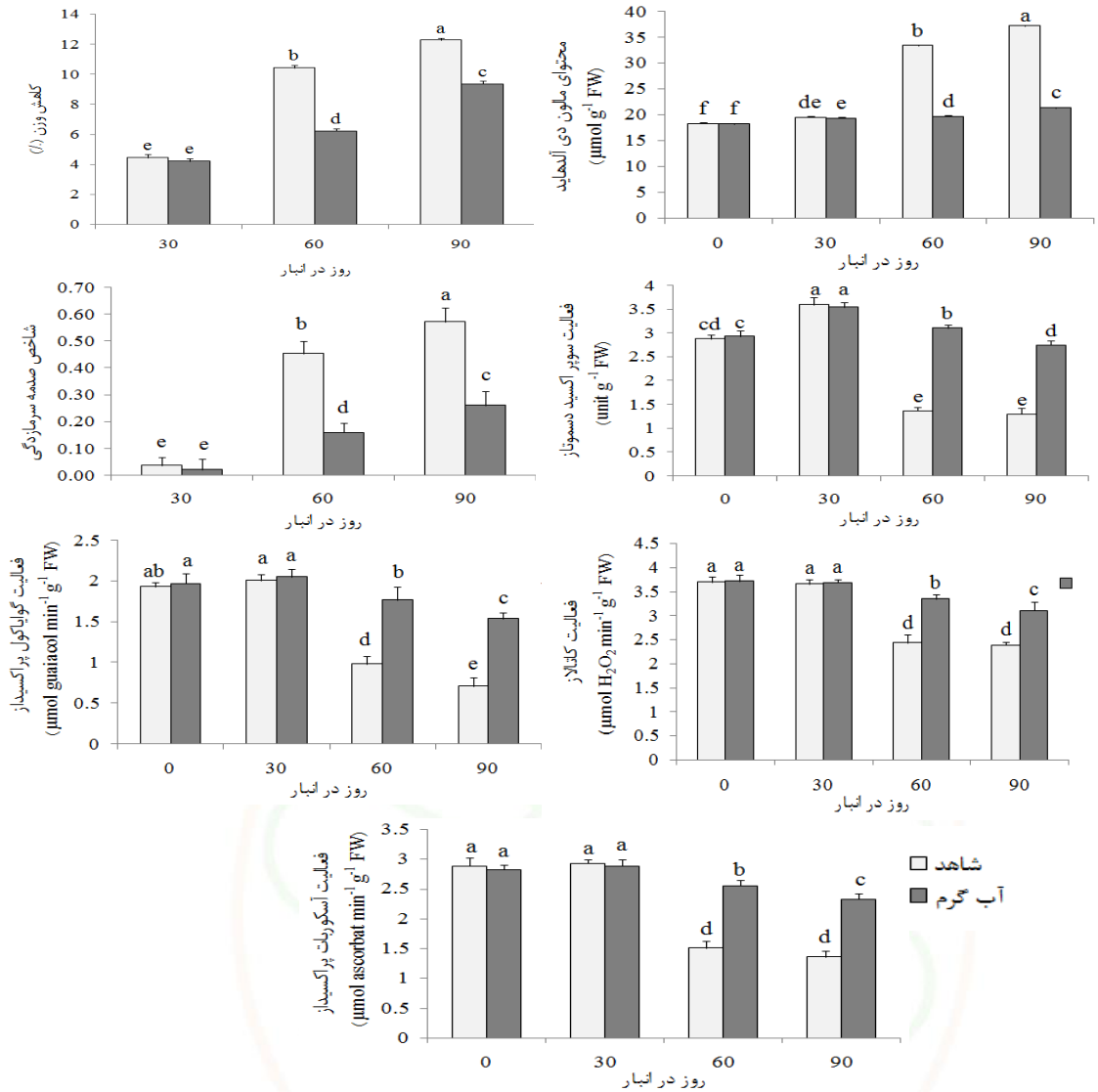
IrHC2019

آزاد و اثرات مخرب آن‌ها همراه است (Hodges *et al.*, 2004). بنابراین، مطالعه و تفسیر میزان فعالیت آن‌ها می‌تواند شاخصی بر میزان توانایی و کارایی سیستم آنتی‌اکسیدانی درونی در کسب تحمل تنش وارد شده باشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که به طور کلی پس از یک ماه انبارداری سرد، میزان فعالیت آنزیم SOD پوست میوه‌های انار به صورت معنی‌داری افزایش یافت و تفاوت موجود بین میوه‌های تیمار شده و شاهد در روزهای صفر و یا پس از ۳۰ روز انبارداری معنی‌دار نبود (شکل ۳). با پیشرفت زمان انبارداری، میزان فعالیت آنزیم مذکور به صورت قابل توجهی کاهش یافت و تفاوت بین میوه‌های شاهد و تیمار شده معنی‌دار بود به طوری که پس از ۶۰ و ۹۰ روز انبارداری، میزان شاخص مذکور در میوه های تیمار شده نسبت به شاهد به ترتیب حدود ۱۲۷ و ۱۱۱/۵۴ درصد بیش‌تر بود. این در حالی بود که در روزهای ۶۰ و ۹۰، میزان فعالیت این آنزیم در میوه‌های شاهد نسبت به روز صفر به ترتیب حدود ۵۲/۴۳ و ۵۴/۸۶ درصد کاهش داشت، اما میزان فعالیت آنزیمی در میوه‌های تیمار شده نسبت به روز صفر، پس از ۶۰ روز انبارداری هنوز حدود ۶/۱۴ درصد بیش‌تر بود و فقط در پایان دوره انبارداری با کاهش ۶/۲۷ درصدی همراه بود.

روند تغییرات فعالیت سایر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در شرایط انبار سرد و تحت تاثیر پیش‌تیمار آب گرم مشابه بود، به این صورت که پس از یک ماه انبارداری سرد، تغییر معنی‌داری در میزان فعالیت آنزیمی پوست میوه‌های انار اتفاق نیفتاد، ضمن این‌که تفاوت‌های موجود بین میوه‌های تیمار شده و شاهد در روزهای صفر و یا پس از ۳۰ روز انبارداری معنی‌دار نبود. اما با پیشرفت زمان انبارداری، میزان فعالیت آنزیم‌های مذکور به صورت قابل توجهی کاهش یافت و تفاوت بین میوه‌های شاهد و تیمار شده معنی‌دار بود. به بیان دیگر، پس از ۶۰ و ۹۰ روز انبارداری، به ترتیب، میزان فعالیت آنزیمی CAT حدود ۳۷/۳ و ۳۰/۱۳ درصد (شکل ۵)، GPX حدود ۸۰/۶۱ و ۱۱۶/۹۰ درصد (شکل ۶) و APX حدود ۶۹/۵۴ و ۷۱/۳۲ درصد (شکل ۴) در میوه های تیمار شده نسبت به شاهد بیش‌تر بود. قبلا گزارش شده است که پیش‌تیمار میوه‌ها با آب گرم می‌تواند با تقویت توان سیستم آنتی‌اکسیدانی درونی و ایجاد ممانعت از تجمع گونه های اکسیژن فعال (ROS)، سبب ایجاد تحمل در برابر سرمازدگی شود. به‌طور مثال، Bassal و El-Hamahmy (۲۰۱۱) گزارش نمودند که پیش تیمار غوطه‌وری آب گرم برای میوه-های پرتقال والنسیا و واشنگتن ناول سبب افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های CAT و GPX در پوست میوه‌ها و کاهش صدمات سرمازدگی در هر دو رقم شد. آنزیم GPX قادر به اکسید کردن فنولیک‌ها به کوئینون‌ها است و می‌تواند سبب وقوع واکنش-های قهوه‌ای شدن در شرایط سرمازدگی شود (Rinaldo *et al.*, 2010). نتایج این پژوهش نشان داد که قهوه‌ای‌شدن پوست میوه‌های رقم 'رباب‌نی‌ریز' ارتباطی با افزایش فعالیت این آنزیم نداشت. از آنجایی‌که میوه‌های تیمار شده سطح بالاتری از فعالیت GPX و کمترین میزان صدمه سرمازدگی و محتوای MDA را داشتند، پیشنهاد می‌شود که GPX نقشی در فرآیند قهوه‌ای شدن بافت نداشته و فقط در تنظیف H_2O_2 تولید شده در پوست میوه طی انبار سرد، نقش داشته است.

IrHC2019



شکل ۱- شاخص‌های ارزیابی شده در پوست میوه های انار شاهد (تیمار شده با آب مقطر ۲۵°C به مدت ۴ دقیقه) و تیمار شده با آب گرم (آب ۴۵°C به مدت ۴ دقیقه) پس از دوره‌های متفاوت نگهداری در انبار سرد (دمای ۰/۵± ۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ±۹۰ درصد) + ۳ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس. بارهای عمودی انحراف معیار از میانگین‌ها را نشان می‌دهند. بر اساس آزمون LSD، ستون‌های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت‌های معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

منابع

ربیعی، و. و رحمانی، س. ۱۳۹۳. تأثیر سالسیلیک اسید، کلریدکلسیم و تیمار آب گرم بر پارامترهای کمی، کیفی و انبارمانی انار رقم میخوش. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸ (۱): ۱۱- ۱۵.

Aghdam, M.S. and Bodbodak, S. 2014. Postharvest heat treatment for mitigation of chilling injury in fruits and vegetables. Food and Bioprocess Technology, 7(1): 37–53.

Bassal, M. and El-Hamahmy, M. 2011. Hot water dip and preconditioning treatments to reduce chilling injury and maintain postharvest quality of Navel and Valencia oranges during cold quarantine. Postharvest Biology and Technology, 60(3): 186–191.

Beauchamp, C. and Fridovich, I. 1971. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. Anaytical Biochemistry, 44(1): 276–287.

Chance, B. and Maehly, A.C. 1955. Assay of catalases and peroxidases. Methods in Enzymology, 2: 764–775.

Dhindsa, R.S., Plumb-Dhindsa, P. and Thorpe, T.A. 1981. Leaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany. 32(1): 93–101.

IrHC2019

Hajiboland, R. 2014. Reactive oxygen species and photosynthesis, in: Ahmad, P. (Ed.), Oxidative Damage to Plants: Antioxidant Networks and Signaling. Academic Press, Elsevier, USA, pp. 1-63.

Heath, R.L. and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125(1): 189–198.

Hodges, D.M., Lester, G.E., Munro, K.D. and Toivonen, P.T.A. 2004. Oxidative stress: importance for postharvest quality. HortScience, 39(5): 924.

Jouve, L., Engelmann, F., Noirot, M. and Charrier, A. 1993. Evaluation of biochemical markers (sugar, proline, malonedialdehyde and ethylene) for cold sensitivity in microcuttingsof two coffee species. Plant Science, 91(1): 109–116.

Kader, A.A. 2006. Postharvest biology and technology of pomegranates. In: Navindra, P.S., N.S. Risa and D. Heber (Eds.). Pomegranates: ancient roots to modern medicine. CRC press. Taylor and Francis, Boca Raton, Florida, USA. pp: 211-218.

Mirdehghan, S.H., Rahemi, M., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Valverde, J.M., Zapata P.J., Serrano, M. and Valero, D. 2007. Reduction of pomegranate chilling injury during storage after heat treatment: role of polyamines. Postharvest Biology and Technology, 44(1): 19–25.

Mirdehghan, S.H., Rahemi, M., Serrano, M., Guillén, F., Martínez-Romero, D. and Valero, D. 2006. Prestorage heat treatment to maintain nutritive and functional properties during postharvest cold storage of pomegranate. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(22): 8495–8500.

Nakano, Y. and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant and cell Physiology, 22(5): 867–880.

Rinaldo, D., Mbéguié-A-Mbéguié, D. and Fils-Lycaon, B. 2010. Advances on polyphenols and their metabolism in sub-tropical and tropical fruits. Trends in Food Science and Technology, 21(12): 599–606.

Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M. and Valero, D. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. Postharvest Biology and Technology, 53(3): 152–154.

Evaluation of Hot Water Pre-storage Treatment efficiency on Pomegranate Fruit Storability at Cold Temperature - Using Indices of Oxidative Damage and changes in Physicochemical Characteristics

Leila Taghipour[1,2]*, Majid Rahemi[1], Pedram Assar[2]

[1*] *Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran*

[2] *Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Jahrom University, PO BOX: 74135-111, Jahrom, Iran*

[*]*Corresponding Author: L_taghipoor@yahoo.com; Leilataghipour@jahromu.ac.ir*

Abstract

The aim of this research was to investigate the effects and mechanisms of hot water pre-storage treatment on maintenance of quantitative and qualitative traits of 'Rabab-e-Neyriz' pomegranate fruit stored at cold storage. Four minutes dip in 45º C water was used as hot water pre-treatment and dip in distilled water for the same time assumed as control. After 30, 60 and 90 days storage at 2 ± 0.5º C and 90 ± 5% relative humidity, weight loss percentage and chilling injury (CI) index were evaluated. Moreover, malondialdehyde content and superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), guaiacol peroxidase (GPX) and ascorbate peroxidase (APX) activities were measured at the first day (treating time) as well as the other mentioned times during the storage. Results indicated that with cold storage for 30 days, there were no significant differences between treated and control fruit. Afterward, with the progress in storage time and up to the end, treated fruit had significantly lower weight loss percentage, CI index and malondialdehyde content; with higher antioxidant enzymatic activities than control ones. Hot water treatment through better maintenance of the level of enzymatic antioxidant activities and as a result, reduction in malondialdehyde content in fruit peels, caused to better maintenance of membrane integrity and structure and reduction in chilling injury and weight loss in stored fruit. Moreover, it was cleared that GPX had no role in tissue browning of pomegranate fruit under cold temperature.

***Keywords*:** Antioxidant enzymes, Rabab-e-Neyriz, Chilling Injury, Weight Loss, Malondialdehyde.

IrHC2019