12th Iranian Horticultural Science Congress
September 05-08 2021
۱۴ لغایت ۱۷ شهریورماه ۱۴۰۰
دوازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران
دانشگاه زنجان

اثر تیمار پس از برداشت خشکی جزئی پوست بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار (*Punica granatum* L. cv. Malase Saveh) طی دوره انبارمانی

ساناز مولائی
ولی ربیعی، علی سلیمانی،فرهنگ رضوی
گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
smolaie@znu.ac.ir

چکیده)

این پژوهش به منظور ارزیابی تاثیر تیمار خشکی جزئی پوست بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه انار (*Punica granatum* L.) رقم ملس ساوه صورت گرفت. پژوهش اخیر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در انباری با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد اجرا شد. تیمار مورد بررسی شامل دو سطح خشکی جزئی پوست (بدون خشکی پوست و خشک شدن پوست به مدت ۱۰ روز در دمای اتاق با دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد)بوده و اندازه‌گیری صفات در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز انبارمانی انجام گرفت. صفاتی از قبیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، اسیدآسکوربیک و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسیددیسموتاز(SOD)، کاتالاز (CAT)و آسکوربات پراکسیداز (APX) مورد بررسی قرار گرفتند.نتایج پژوهش نشان داد که تیمار خشکی پوست تا حدودی موجب بهبود ویژگی‌های کیفی در میوه انار طی دوره انبارمانی شده است. این تیمار سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی طی ۹۰ روز انبارمانی شده است. همچنین در میوه‌های تحت تیمار خشکی از کاهش میزان اسیدآسکوربیک طی دوره انبارمانی جلوگیری به عمل آمده و محتوای اسیدآسکوربیک در سطوح بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد حفظ شده است. علاوه بر این، در میوه‌های تیمار شده فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی SOD، CAT و APXدر مقایسه با میوه‌های شاهد در سطوح بالاتری قرار داشت که سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های تحت تیمار شده است. در نهایت می‌توان بیان داشت تیمار خشکی جزئی پوست به طور موثر سبب افزایش و حفظ کیفیت تغذیه‌ای میوه انار طی دوره نگهداری در انبار سرد شده است.

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.)یکی از مهم‌ترین میوه‌های بومی ایران است که امروزه کشت آن به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Sayyari et al., 2013).
آنتی‌اکسیدان‌ها نقش مهمی در حفظ سلامت بدن در برابر فرآیندهای اکسیداسیونی و رادیکال‌های آزاد دارند. خاصیت آنتی‌اکسیدانی انار به میزان بالای ترکیبات فنولی مانند الاژیک‌اسید و پونیکالاژین ارتباط دارد.
این ترکیبات سبب از بین بردن گونه‌های اکسیژن فعال می‌شوند و با جلوگیری از آغاز واکنش‌های زنجیره‌ای اکسایشی از اکسید شدن لیپیدها ممانعت می‌نمایند.
طی پس از برداشت فعالیت آنتی‌اکسیدانی به دلیل برخی نابهنجاری‌ها و تغییرات فیزیولوژیکی و آنزیمی کاهش می‌یابد. کاربرد روش‌های طبیعی و موثر جهت کنترل این تغییرات و حفظ کیفیت تغذیه‌ای میوه‌ها طی انارمانی بسیار مورد توجه است. خشک کردن در معرض هوا از معمول‌ترین روش‌های خشک کردن مواد غذایی، تولیدات شیمیایی و میوه‌ها می‌باشد. مسئله اساسی در خشک کردن محصولات باغبانی، کاهش آب به میزان مشخص از سطح مواد جامد می‌باشد که با هدف افزایش عمر پس از برداشت و حفظ ترکیبات بیواکتیو صورت می‌گیرد. خشک کردن جزئی پوست انار به صورت تجاری مورد استفاده قرار نمی‌گیرد اما یک روش معمول بین باغداران می‌باشد.
در میوه خرما (شهدادی و همکاران،۱۳۹۰) و فلفل قرمز (Vega-Galvez *et al.*, 2009) فرآیند خشک کردن در دمای پایین سبب حفظ محتوای اسیدآسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شده است

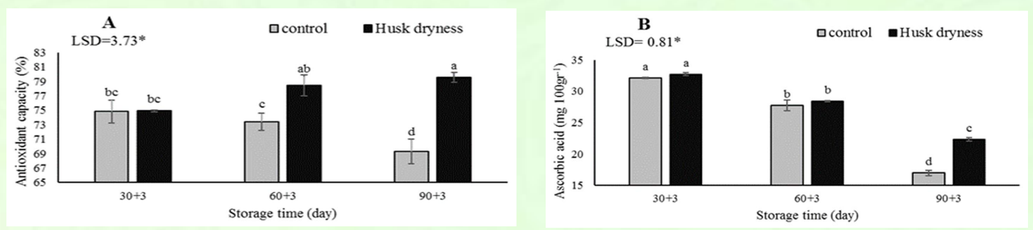
هدف از مطالعه اخیر ارزیابی تاثیر تیمارخشکی جزئی پوست میوه در حفظ کیفیت ظاهری و تغذیه‌ای میوه انار طی دوره ۹۰ روز انبارمانی در دمای ۴ درجه سانتیگراد می‌باشد.

مواد و روش ها

- میوه‌های مورد مطالعه از رقم ملس ساوه و هنگام بلوغ کامل از درختچه‌های ۱۵ ساله از باغی تجاری در شهرستان طارم استان زنجان تهیه شد و بلافاصله جهت انجام تیمار به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از اعمال تیمار (نگهداری در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز) میوه‌ها به سردخانه‌ای با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد منتقل گردید و نمونه‌برداری جهت ارزیابی صفات با فواصل زمانی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز انجام گرفت. پیش از ارزیابی صفات میوه‌ها به مدت سه روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به عنوان عمرقفسه‌ای نگهداری شدند. برای سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از روش DPPHارائه شده توسط Dehghan and Khoshkam (2012)استفاده شد. این روش بر پایه حذف رادیکال‌های آزاد ۲و۲-دی فنیل ۱-پیکریل هیرازیل (DPPH)استوار است.
- برای ارزیابی میزان اسیدآسکوربیک از ماده رنگی ۲و۶-دی‌کلروفنول‌ایندوفنول استفاده شد (Terada et al., 1978).
- جهت سنجش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله سوپراکسیددیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و آسکوربات-پراکسیداز (APX)از بافر فسفات و روش ارائه شده توسط Zhang و همکاران (2013)استفاده شد.
- آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفته و داده‌های به‌دست آمده از آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ آنالیز شده و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD)در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

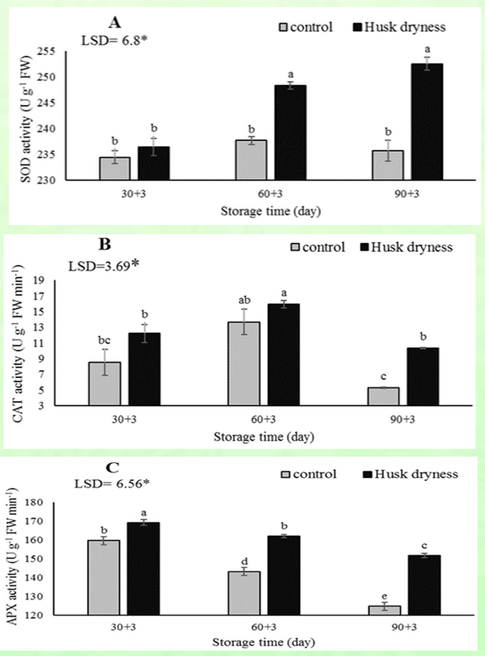
نتایج و بحث

نتایج نشان‌دهنده روند صعودی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی طی ۶۰ روز اول انبارمانی در میوه‌های تیمار شده می‌باشد، اما در طول۳۰ روز پایانی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های تیمار شده کاهش خفیفی داشت. در پایان انبارمانی بالاترین (۷۹/۵۶ درصد) و پایین‌ترین (۶۹/۳ درصد) سطح ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب مربوط به میوه‌های تیمار شده با خشکی پوست و میوه‌های شاهد بود (شکل۱ (A)). میزان اسیدآسکوربیک طی انبارمانی روند نزولی داشت. البته تیمار اعمال شده تا حدودی کاهش اسیدآسکوربیک را در میوه‌های تیمار شده کنترل نمود. در پایان انبارمانی بالاترین میزان اسیدآسکوربیک ($22/3\ mg\ 100g^{-1}$) متعلق به میوه‌های تیمار شده بود و کمترین میزان اسید آسکوربیک ($16/97100g^{-1}\ mg$) نیز در میوه‌های شاهد مشاهده شد (شکل ۲(B)).



شکل ۱- تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی(A) و محتوای اسید آسکوربیک (B)در پاسخ به تیمارهای خشکی پوست در طول دوره انبارمانی. * نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح $P \leq 0.05$. خطوط عمودی نشانگر خطای استاندارد میانگین‌ها (SE) می‌باشد. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌باشد.

فعالیت آنزیم SOD طی دوره انبارمانی افزایش یافته و پس از سپری شدن ۳+۹۰ روز انبارمانی بالاترین میزان فعالیت این آنزیم ($252/53\ U\ g^{-1}\ FW$) متعلق به میوه‌های تیمار شده بودو کمترین سطح فعالیت این آنزیم ($235/73\ U\ g^{-1}\ FW$) نیز در میوه‌های شاهد مشاهده شد (شکل۳(A)). فعالیت آنزیم CATنیز طی ۶۰ روز اول انبارمانی روند افزایشی داشته ، سپس طی ۳۰ روز پایانی انبارمانی کاهش یافت، اما این کاهش در میوه‌های شاهد چشمگیر بود. در پایان ۹۰ روز انبارمانی بالاترین ($10/35U\ g^{-1}\ FW\ min^{-1}$) و پایین‌ترین ($U\ g^{-1}\ FW\ min^{-}$ $5/28^{1}$) سطح فعالیت آنزیم CAT، به ترتیب در میوه‌های تحت تیمار خشکی پوست و میوه‌های شاهد، مشاهده گردید (شکل۳(B)). فعالیت آنزیم APX طی دوره انبارمانی کاهش یافته، اما در میوه‌های تیمار شده تا حدودی از کاهش فعالیت این آنزیم جلوگیری شده‌است. در پایان دوره انبارمانی بالاترین ($151/7U\ g^{-1}\ FW\ min^{-1}$) سطح فعالیت آنزیم APX در میوه‌های تیمار شده با خشکی پوست و پایین‌ترین ($124/84U\ g^{-1}\ FW\ min^{-1}$) سطح فعالیت نیز در میوه‌های مشاهده شد (شکل۳(C)).



شکل ۳- تغییرات فعالیت آنزیم SOD (A)، CAT (B) و APX (C) در پاسخ به تیمارهای خشکی پوست در طول دوره انبارمانی. * نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح $P \leq 0.05$. خطوط عمودی نشانگر خطای استاندارد میانگین‌ها (SE) می‌باشد. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌باشد.

سیستم آنتی‌اکسیدانی در گیاهان مسئول حذف ROSها(reactive oxygen species) بوده که نقش حیاتی در مقابله گیاه با تنش‌های اکسیداتیو دارد. سیستم آنتی‌اکسیدانی دارای اجزای آنزیمی و غیر آنزیمی جهت حذف ROSها می‌باشد. سیستم غیرآنزیمی شامل برخی مولکول‌ها مانند ال-آسکوربات، فلاونوئیدها و ... می‌باشد که مسئول دریافت الکترون هستند. بنابراین اسیدآسکوربیک به عنوان یکی از اجزای غیرآنزیمی محلول در آب سیستم آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به طور مستقیم در حذف ROSها مشارکت کند. در مطالعه اخیر بالا بودن میزان اسیدآسکوربیک میوه‌های تیمار شده احتمالا در نتیجه افزایش نسبت فعالیت سیستم آنزیمی گلوتاتیون ردوکتاز/ APXو سطح پایین O_2 باشد (Sayyari *et al.*, 2016). اجزای آنزیمی سیستم آنتی-اکسیدانی که شامل برخی آنزیم‌ها مانند SOD، CAT و APX هایROS می‌باشد نقشی بسیار حیاتی در سیستم دفاعی سلولی دارند. این آنزیم‌ها مسئول حذف رادیکال‌های آزاد یا درون سلولی تولید شده در گیاهان تحت تنش‌های اکسیداتیو هستند.
آنزیم SOD مسئول حذف رادیکال‌های سوپراکسید موجود در سلول‌های زیستی تحت تنش و تبدیل آن‌ها به مولکول-های O_2 و H_2O_2می‌باشد که متعاقب آن CAT نیز با کاتالیز مولکول‌های H_2O_2 مولکول‌های H_2O و O_2را تولید می‌نماید. APX نیز با دریافت الکترون از اسیدآسکوربیک توسط چرخه اسیدآسکوربیک/گلوتاتیون سبب تجزیه مولکول-های H_2O_2می‌شود (Pan *et al.*, 2019). بنابراین بر اساس نتایج حاصله در مطالعه اخیر افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی منجر به کاهش ROSها شده که در نهایت سبب حفظ ساختار دیواره سلولی و کیفیت تغذیه‌ای می‌گردد. نتایج به‌دست آمده در این مطالعه با نتایج مطالعات مختلف در مورد اثر تیمارهای پس از برداشت مانند کیتوسان به اضافه سوربات پتاسیم و آرژنین برفعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار طی دوره انبارمانی مطابقت دارد (Molaei *et al.*, 2021; Babalar *et al.*, 2018).

منابع

شهدادی، ف.، میرزایی، ح.، مقصودلو، ی.، قربانی، م.، گرمه‌خانی، ا. ۱۳۹۰. تأثیر فرایند خشک کردن بر میزان ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی اکسیدانی دو رقم خرمای (*Phoenixductylifera*)کلوته و مضافتی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران.۶(۳): ۷۴-۶۷.

Babalar, M., Pirzad, F., Sarcheshmeh, M. A. A., Talaei, A., Lessani, H. 2017. Argenine treatment attenuates chilling injury of pomegranate fruit during cold storage by enhancing antioxidant system activity. Postharvest Biology and Technology, 137: 31–37.

Dehghan, G., Khoshkam, Z. 2012. Tin(II)-quercetin complex synthesis, spectral characterization and antioxidant activity. Food Chemistry, 131: 422-427.

Molaei, S., Soleimani, A., Rabiei, V., Razavi, F. 2021. Impact of chitosan in combination with potassium sorbate treatment on chilling injury and quality attributes of pomegranate fruit during cold storage. Journal of Food Biochemistry, 00: e13633.