اثرات گرمادهی متناوب بر تغییرات میزان پلی‌آمین‌های پوست میوه انار رقم 'رباب نی‌ریز' نگهداری شده در انبار سرد

لیلا تقی‌پور*[۱،۲]، مجید راحمی، 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

چکیده

میوه‌های انار رقم 'رباب نی‌ریز' به مدت ۷۰ روز در شرایط انبار سرد با دمای ۰/۵ ± ۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ±۹۰ درصد قرار گرفتند. تیمار گرمادهی متناوب (IW) به صورت اعمال تنها یک سیکل سرد - گرم - سرد در طول دوره انبارداری اعمال شد. شیوه گرمادهی به صورت قرار دادن میوه‌ها به مدت یک روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد بود. جهت ارزیابی تأثیرگذاری تیمار بر تغییرات محتوای پلی‌آمین‌ها و یافتن زمان بهینه اعمال تیمار، گرمادهی در چهار زمان (روزهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵) در طول دوره انبارداری انجام شد و میوه‌های شاهد و گرمادیده بلافاصله در هر زمان و در پایان دوره انبارداری مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که انجام تیمار گرمادهی متناوب در طی بازه زمانی یک ماهه اول دوره انبارداری (روزهای ۱۵ یا ۲۵)، با نتایج مطلوبی همراه بود. با توجه به این که اعمال تنها یک چرخه گرمادهی متناوب در ایجاد مقاومت و کاهش صدمات سرمازدگی به اندازه کافی مؤثر بود، این نتیجه حاصل شد که انجام تیمار در پانزدهمین روز بهترین تیمار بود. تیمار مذکور سبب حفظ محتوای پوترسین در سطح بالاتر و نیز تشدید بیوسنتز اسپرمین هم به صورت آنی پس از گرمادهی و هم تداوم بیوسنتز آن در طول دوره انبارداری شد.

کلمات کلیدی: اسپرمیدین، اسپرمین، پوترسین، صدمه سرمازدگی، گرمادهی متناوب.

مقدمه

میوه انار به شدت به کاهش وزن و پوسیدگی طی جابه‌جایی و انبارداری حساس است. استفاده از انبارهای سرد مهم‌ترین تکنیک برای حفظ کیفیت محصولات باغبانی به شمار می‌آیند. البته 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). گرمادهی متناوب[1] به فرم قراردادن میوه‌ها در طول دوره انبارداری سرد در معرض یک یا بیش از یک دوره دمای گرم (چرخه سرد- گرم- سرد) یکی از تیمارهای سودمند پس از برداشت به منظور افزایش مقاومت میوه‌ها به دماهای کم می باشد. مشکل اصلی استفاده از این تکنیک، لزوم یافتن دمای بهینه گرمادهی، مدت‌زمان لازم برای اعمال این دما و زمان‌بندی بهینه تکرار آن در طول مدت انبارداری است که می‌توانند بسته به رقم، مرحله رسیدگی میوه و شرایط دوران رشد و پرورش آن متغیر باشند (Artés and Escriche, 1994). افزون بر این، اعمال تیمار گرمایی بایستی قبل از توسعه چشم‌گیر علائم سرمازدگی انجام شود تا آسیب‌های فیزیولوژیکی وارده قابل برگشت باشند (Artés and Escriche, 1994). هرچند کاربرد این روش در کاهش خسارت سرمازدگی میوه‌ها مؤثر بوده است اما درک شفاف و کاملی از جزئیات مکانیسم تأثیرگذاری آن وجود ندارد.

گرمادهی متناوب یکی از دو روش اصلی اجرای تیمار گرمایی میوه‌ها به منظور کاهش میزان حساسیت آن‌ها به صدمه سرمازدگی است. روش دیگر، پیش تیمار گرمایی (آب گرم و هوای گرم) است (Valero and Serrano, 2010) که می‌تواند سبب کاهش آسیب سرمازدگی با تحریک افزایش یا حفظ سطوح غلظت پلی‌آمین‌های درونی در محصولاتی نظیر کدوی زوچینی (Wang, 1994)، لمون (Valero *et al.*, 1998) و هلو (Xu *et al.*, 2005) شود. پیشنهاد شده است که پلی‌آمین‌ها

[1]-Intermittent Warming (IW)

IrHC2019

دارای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و تنظیف کنندگی گونه‌های اکسیژن فعال هستند و می‌توانند سبب پایداری و حفظ یکپارچگی غشاءها در شرایط تنش شوند (Hussain el al., 2011). علاوه بر این، پلی‌آمین‌ها دارای توانایی اتصال به ترکیبات آنیونی غشاء مانند فسفولیپیدها هستند و این برهمکنش، سبب پایداری ساختار دولایه غشاء و در نهایت، کاهش و تعویق فرایند تخریب آن می‌شود (Groppa and Benavides 2008).

در حال حاضر، مطالعات اندکی در رابطه با اثرات گرمادهی متناوب بر حفظ کیفیت محصولات و رابطه بین تیمار با تغییر غلظت پلی‌آمین‌های بافت‌ها طی انبارداری سرد وجود دارند. بنابراین، با توجه به ارتباط موجود بین صدمه سرمازدگی و آسیب به غشاء و ارتباط بین پلی‌آمین‌ها و حفاظت غشاء، بررسی ارتباط بین پلی‌آمین‌ها و صدمه سرمازدگی بسیار مورد توجه قرار دارد. هدف پژوهش حاضر بررسی اثرات یک سیکل گرمادهی متناوب بر تغییرات غلظت پلی‌آمین‌ها و شاخص صدمه سرمازدگی در پوست میوه انار رقم 'رباب نی‌ریز' در طول نگهداری در انبار سرد بود.

مواد و روش‌ها

میوه‌های انار رقم 'رباب نی‌ریز' در مرحله بلوغ تجاری از یک باغ تجاری واقع در شهرستان نی‌ریز استان فارس دست‌چین و بی‌درنگ به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشگاه شیراز منتقل شدند. یک روز پس از برداشت (روز صفر)، از میان میوه‌های بی‌عیب تعدادی به صورت اتفاقی انتخاب شدند. از پوست مربوط به ۳۰ عدد از میوه‌ها (شامل ۳ تکرار و ۱۰ میوه در هر تکرار) نمونه‌گیری شد و مابقی میوه‌ها به انبار سرد با دمای ۰/۵ ± ۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ±۹۰ درصد منتقل شدند. طبق برنامه ریزی انجام شده، در ۴ زمان مشخص در طی دوران انبارداری (روزهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵) و در هر زمان، از ۴ گروه میوه (هر گروه شامل ۳۰ عدد میوه در ۳ تکرار ۱۰ عددی) برای اعمال تیمار و نمونه‌گیری استفاده شد. این ۴ گروه عبارت بودند از: ۱- میوه‌هایی که بی‌درنگ پس از خروج از انبار سرد و بدون دریافت تیمار گرمایی نمونه‌گیری شدند. ۲- میوه‌هایی که پس از خروج از انبار سرد تیمار گرمایی دریافت کردند و بی‌درنگ پس از دریافت تیمار نمونه‌گیری شدند. ۳- میوه‌هایی که پس از خروج از انبار سرد و دریافت تیمار گرمایی مجددا به انبار بازگردانیده شدند و پس از سپری کردن دوره انبارداری ۷۰ روزه نمونه‌گیری شدند. ۴- میوه‌هایی که پس از انتخاب تصادفی، بدون خروج از انبار، دوره انبارداری سرد ۷۰ روزه را سپری کردند و سپس نمونه‌گیری شدند. بنابراین، طرح آماری مورد استفاده، فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (با ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۱۰ میوه) بود. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از: زمان اعمال تیمار گرمایی (در ۴ سطح: روزهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵)، اعمال رژیم گرمایی (در ۲ سطح: گرمادهی و عدم گرمادهی) و زمان نمونه‌گیری (در ۲ سطح: بلافاصله و پس از ۷۰ روز انبارداری سرد). در نتیجه، بر طبق برنامه زمان‌بندی، امکان ارزیابی صفات بیوشیمیایی میوه‌ها پس از ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ روز (بند ۱)، و نیز پس از ۷۰ روز (بند ۴) انبار سرد فراهم شد. افزون بر این، امکان بررسی و مقایسه اثر آنی انجام تیمار گرمایی در زمان‌های مختلف در طول انبارداری سرد (بند ۲) و نیز اثر گرمادهی متناوب به صورت یک سیکل سرد-گرم- سرد (بند ۳) بر ویژگی‌های بیوشیمیایی مورد ارزیابی میسر شد. لازم به ذکر است که شیوه اجرای تیمار گرمادهی متناوب به صورت یک سیکل گرمایی (یک روز دمای ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد) پیش از بازگرداندن میوه ها به انبار سرد بود.

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

IrHC2019

ارزیابی شاخص صدمه سرمازدگی: میوه‌ها پس از ۷۰ روز انبارداری، به منظور ظهور علائم سرمازدگی مانند آب از دست دهی یا قهوه‌ای شدن و فرورفتگی پوست، به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند. سپس هرکدام از میوه‌های هر تکرار از لحاظ علائم مربوطه مورد ارزیابی قرار گرفتند. میوه‌ها با توجه به درصد آسیب‌دیدگی سطح پوست خود درجه‌بندی شدند و درنهایت شاخص صدمه سرمازدگی با استفاده از فرمول مقابل برای هر تکرار محاسبه شد (Sayyari et al., 2009):

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

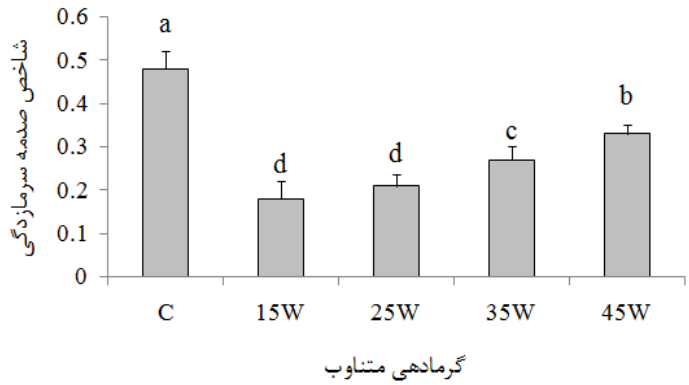
ارزیابی پلی آمین ها توسط دستگاه HPLC: ۱۰ میکرولیتر از عصاره حاصل از پوست میوه به ستون فاز معکوس LiChroCart 250 با قطر ذرات ۴/۵ میکرومتر و قطر خارجی ۴/۵ میلی‌متر متصل به دستگاه HPLC مدل Unicam-Crystal-200 ساخت کشور انگلستان تزریق گردید. دتکتور از نوع فرا بنفش بود که در طول موج ۲۵۴ نانومتر تنظیم شد. فاز متحرک شامل ۶۴٪ متانول در آب خالص بود که تحت شرایط ایزوکراتیک با سرعت ۰/۸ میلی‌لیتر در دقیقه از ستون عبور داده شد. از هریک از پلی‌آمین‌های خالص به عنوان استاندارد برای تعیین زمان بازداری پیک‌های خروجی و تعیین غلظت پلی-آمین‌ها در نمونه های مجهول استفاده شد (Serrano et al., 2003).

نتایج و بحث

شاخص صدمه سرمازدگی پوست میوه: اعمال تیمار گرمادهی متناوب در تمام زمان‌ها سبب کاهش معنی‌دار شاخص صدمه سرمازدگی پوست میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد شد. البته، میزان تأثیر این تیمار با کاربرد زودهنگام آن بیش‌تر بود به طوری که میزان خسارات و آسیب‌دیدگی میوه‌هایی که در روزهای ۱۵ و ۲۵ تیمار شدند، نسبت به میوه‌هایی که دیرتر تیمار شدند، به صورت معنی‌داری کم‌تر بود. افزون بر این، اختلاف بین میوه‌های تیمار شده در روزهای ۱۵ و ۲۵ از نظر آماری معنی‌دار نبود. درنهایت، میزان شاخص مذکور در میوه‌های مربوط به مؤثرترین تیمار، حدود ۶۲/۵ درصد کم‌تر از میوه‌های شاهد بود. به صورت مشابه، کارایی تیمار گرمادهی متناوب در تخفیف صدمه سرمازدگی میوه‌هایی مانند پرتقال (Schirra and Cohen, 1999) و لیمو (Kluge *et al.*, 2003) گزارش شده است.

تغییرات غلظت پلی‌آمین‌ها: روند تغییرات اسپرمین پوست میوه‌ها طی انبارداری سرد، دارای الگوی ویژه سه مرحله-ای بود به این صورت که، به ترتیب، روند افزایشی تا روز ۲۵، روند کاهشی تا روز ۴۵ و مجدداً افزایش مقدار آن در روز ۷۰ ثبت شد، ضمن این که تمام تفاوت‌های موجود بین زمان‌های گوناگون نمونه‌گیری معنی‌دار بود. افزون بر این، در پایان دوره انبارداری، فقط میوه‌های تیمار شده در روزهای ۱۵ و ۲۵ نسبت به شاهدهای خود غلظت اسپرمین بیش‌تری داشتند که این اختلاف‌ها معنی‌دار بودند و میوه‌های تیمار شده در روزهای ۳۵ و ۴۵ تفاوت آماری با شاهدهای خود نداشتند (شکل ۲). افزایش آنی محتوای درونی اسپرمین پس از اعمال تمام تیمارهای زمانی گرمادهی، می‌تواند بیانگر توان تیمار گرمادهی در تحریک بیوسنتز پلی‌آمین مذکور باشد. در ضمن، به نظر می‌رسد علی‌رغم افزایش آنی به دنبال اعمال تیمار گرمادهی، میزان اسپرمین درونی به میزان درون‌زاد آن در زمان انجام تیمار بستگی داشت. به عنوان مثال، میزان درونی پلی‌آمین مذکور در میوه‌های نمونه‌گیری شده در روز ۲۵ بیش‌ترین بود و درنهایت، پس از انجام تیمار رژیم گرمایی، بیش‌ترین افزایش و مقدار اسپرمین به آن‌ها تعلق داشت. بنابراین، این احتمال وجود دارد که تاثیرگذاری تیمار گرمایی بر غلظت اسپرمین به صورت مکمل توان درونی بافت تحت تأثیر در بیوسنتز آن باشد. همچنین، فاز اول افزایش خودبخودی محتوای اسپرمین در بازه زمانی ۳۰ روز اول دوره انبارداری (قبل از وقوع معنی‌دار علائم سرمازدگی) نیز می‌تواند بیانگر وجود یک مکانیسم سازگاری درونی در این بازه زمانی باشد.

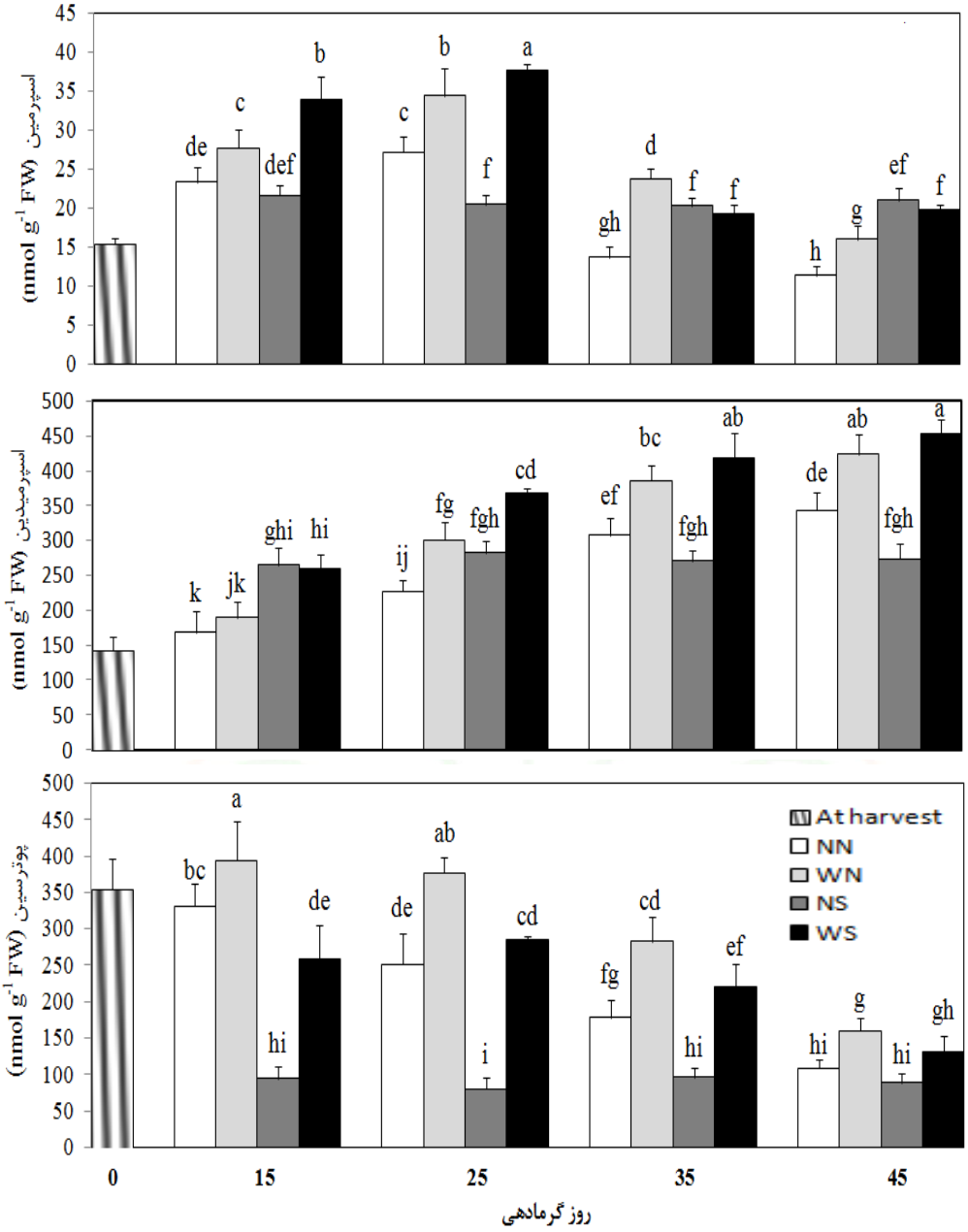
IrHC2019



شکل ۱- صدمه سرمازدگی پوست میوه‌های انار شاهد و تیمار شده (تیمار گرمادهی متناوب) پس از ۷۰ روز انبارداری در انبار سرد (دمای ۰/۵± ۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ±۹۰ درصد) + ۳ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد. C، 15W، 25W، 35W و 45W به ترتیب بیانگر میوه‌های شاهد و میوه‌های گرمادیده (یک روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۷۰ درصد) در روز-های ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ انبارداری می‌باشند. بارهای عمودی انحراف معیار از میانگین‌ها را نشان می‌دهند. بر اساس آزمون LSD، ستون-های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت‌های معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

نتایج مربوط به تغییرات غلظت اسپرمیدین نیز نشان می‌دهند که به طور کلی میزان درون‌زاد آن تحت تاثیر دمای سرد و با پیشرفت زمان انبارداری افزایش می‌یابد. افزون بر این، میوه‌های تیمارشده با رژیم گرمایی مدنظر، هم به صورت آنی و هم پس از بازگرداندن به انبار سرد و در اتمام دوره انبارداری، افزایش در میزان اسپرمیدین درونی داشتند که با تعویق زمان اعمال تیمار گرمایی، میزان تاثیرگذاری آن بیش‌تر بود. مطلب فوق، می‌تواند بیانگر توان فوق‌العاده تیمار گرمادهی متناوب در تحریک سنتز پلی‌آمین مذکور باشد. در ضمن، از آن‌جایی که غلظت اسپرمیدین فقط در میوه‌های مربوط به روز ۱۵ تحت تاثیر تیمار قرار نگرفت (شکل ۲)، و نیز بر پایه این یافته که تعویق زمان تیمار با افزایش اثرگذاری آن همراه بود، می‌توان چنین نتیجه-گیری نمود که به احتمال، هرچه شرایط تنش‌زا بحرانی‌تر می‌شود نقش این پلی‌آمین پررنگ‌تر می‌شود و در شرایط اعمال زودهنگام تکنیک گرمادهی متناوب و منتفع شدن میوه‌ها از جنبه‌های مختلف تاثیرگذاری آن، میزان وابستگی میوه‌ها به ایفای نقش اسپرمیدین به عنوان عامل ایجاد محافظت در برابر تنش سرمازدگی کاسته می‌شود. نتایج مربوط به تغییرات غلظت پوترسین نشان می‌دهند که تحت تاثیر دمای سرمازدگی و با گذشت زمان انبارداری میزان آن کاهش می‌یابد. افزون بر این، اعمال تیمار گرمایی در تمام زمان‌ها، به جز روز ۴۵، با افزایش غلظت این پلی‌آمین هم به صورت آنی و هم در پایان دوره انبارداری همراه بود که میزان تاثیرگذاری تیمار با تعویق زمان کاربرد آن (به ویژه پس از بازه زمانی یک ماهه اول) به صورت قابل توجهی کاهش یافت (شکل ۲). کاهش قابل توجه میزان پوترسین با گذشت زمان انبارداری، می‌تواند بیانگر کم اهمیت بودن نقش آن در سیستم دفاعی درونی بافت تحت تاثیر باشد. بنابراین، این امکان وجود دارد که افزایش محتوای درونی آن در پاسخ به تیمار، صرفاً یک واکنش عمومی در قبال تیمار گرمایی و نه به عنوان یک مکانیسم سازگاری القایی باشد. آنچه این فرضیه را تقویت می‌کند کم‌تر بودن محتوای اندازه‌گیری شده پوترسین میوه‌های مربوط به تمام تیمارهای زمانی گرمادهی متناوب، نسبت به روز صفر آزمایش، در پایان دوره انبارداری است. البته این امکان نیز وجود دارد که حداقل بخشی از کاهش پوترسین با تبدیل آن به اسپرمیدین همراه بوده باشد و به این ترتیب بخشی از افزایش اسپرمیدین در طول دوره انبارداری تابعی از کاهش غلظت پوترسین بوده باشد. بنابراین، محتمل است که یکی از نتایج افزایش غلظت پوترسین در میوه‌های تیمار شده، افزایش متناظر در غلظت اسپرمیدین بوده باشد. وجود امکان تبدیل فرم پوترسین به اسپرمیدین قبلاً گزارش شده است (Valero and Serrano, 2010).

IrHC2019



شکل ۲- غلظت پلی آمین های پوست میوه‌های انار تحت تاثیر یک چرخه گرمادهی متناوب و در طی ۷۰ روز انبارداری (در دمای °C ۰/۵ ± ۲ و رطوبت نسبی ۵ ± ۹۰ درصد). گرمادهی (یک روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۷۰ درصد) در روزهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و یا ۴۵ دوره انبارداری انجام شد. NN، WN، NS و WS به ترتیب معرف میوه های گرماندیده و بلافاصله نمونه‌گیری شده، گرما-دیده و بلافاصله نمونه‌گیری شده، گرماندیده و نمونه‌گیری شده در انتهای دوره انبارداری و گرمادیده و نمونه‌گیری شده در انتهای دوره انبارداری هستند. داده‌ها میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار هستند. از نظر آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد، ستون های دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

نتیجه‌گیری کلی: اعمال تنها یک چرخه گرمادهی متناوب در ایجاد مقاومت و کاهش صدمات سرمازدگی میوه انار در شرایط انبارداری سرد به اندازه کافی مؤثر بود. انجام تیمار در پانزدهمین روز بهترین تیمار بود و سبب حفظ محتوای پوترسین در سطح بالاتر و نیز تشدید بیوسنتز اسپرمین در میوه‌های تیمار شده هم به صورت آنی پس از گرمادهی و هم تداوم بیوسنتز آن در طول دوره انبارداری شد.

IrHC2019

منابع

Artés, F. and ESCRICHE A.J. 1994. Intermittent warming reduces chilling injury and decay of tomato fruit. Journal of Food Science, 59(5): 1053–1056.

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.

Kluge, R.A., Jomori, M.L.L., Jacomino, A.P., Vitti, M.C.D. and Padula, M. 2003. Intermittent warming in 'Tahiti' lime treated with an ethylene inhibitor. Postharvest Biology and Technology, 29(2): 195–203.

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.

Schirra, M. and Cohen, E. 1999. Long-term storage of 'Olinda'oranges under chilling and intermittent warming temperatures. Postharvest Biology and Technology, 16(1): 63–69.

Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F. and Valero, D. 2003. Effects of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivars. Postharvest Biology and Technology, 30(3): 259–271.

Valero, D., Martínez-Romero, D., Serrano, M. and Riquelme, F. 1998. Postharvest gibberellin and heat treatment effects on polyamines, abscisic acid and firmness in lemons. Journal of Food Science, 63(4): 611–615.

Valero, D. and Serrano, M. 2010. Polyamine treatments. In: Valero, D. and M. Serrano (Eds.), Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality. CRC Press-Taylor and Francis, Boca Raton, USA, pp: 125-149.

Wang, C.Y. 1994. Chilling injury of tropical horticultural commodities. HortScience. 29(9): 986–988.

Xu, C., Jin, Z. and Yang, S. 2005. Polyamines induced by heat treatment before cold-storage reduce mealiness and decay in peach fruit. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 80(5): 557–560.

Effects of Intermittent Warming on Changes in Polyamine Contents in the Peels of Cold Stored 'Rabab-e-Neyriz' Pomegranate

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*

Abstract
'Rabab-e-Neyriz' pomegranate fruit were cold stored for 70 days at 2 ± 0.5º C and 90 ± 5% relative humidity. Intermittent warming as only one cycle of cold-warm-cold temperature was performed during the storage period. Keeping the fruit for one day at 20 ºC and 70% relative humidity served as warming method. In order to evaluate the effects of the treatment as changes in polyamine contents and finding the optimum treating time, the warming was performed at 4 times (15^{th}, 25^{th}, 35^{th}, or 45^{th} days) during storage and control and warmed fruit were sampled both immediately at each time and at the end of storage period. The results showed that performing the IW treatment during the first month of storage (15^{th} or 25^{th} day) was accompanied with desired results. Considering that only one cycle of IW was sufficient to induce resistance and reduce chilling injuries, it can be concluded that performing the treatment at 15^{th} day during storage was the best. It caused to maintaining the putrescine content at higher level and intensified the spermine biosynthesis both immediately after warming and continuously during the storage period.

***Keywords*:** Spermidine, Spermine, Putrescine, Chilling Injury, Intermittent Warming.

IrHC2019