نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۳۵-۲۲۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 2, Summer 2014, P. 228-235
ISSN: 2008 - 4730

مقایسه کاربرد پوتریسین و تیمار گرمایی بر کیفیت انبارمانی دو رقم گلابی «شاه‌میوه» و «اسپادونا»

مصباح بابالار[1*]- مرجان السادات حسینی[2] - محمدعلی عسکری[3] - سهراب داورپناه[4]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۹/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۳/۱۳

چکیده

گلابی یکی از میوه‌های مهم مناطق معتدله در حدود ۵۰ کشور از سراسر جهان است. ارقام گلابی شاه‌میوه و اسپادونا در سه مرحله در زمان داشت با غلظت‌های مختلف پوتریسین (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) مه‌افشانی شدند و پس از برداشت در همان غلظت‌های پوتریسین غوطه‌ور شدند و هم‌چنین از تیمار گرمایی (۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد و شاهد) به‌صورت غوطه‌وری استفاده گردید. میوه‌ها بعد از تیمار در دمای۱ ±۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ ماه نگهداری شدند. آزمایش بر پایه فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. میوه‌ها در طول دوره نگهداری هر سه هفته یکبار از انبار خارج و از نظر فاکتورهای مختلف کمی و کیفی مثل رنگ سطحی، کاهش وزن، سفتی بافت میوه، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، شاخص طعم و ویتامین C مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج نشان داد سفتی، pH و شاخص طعم در رقم شاه‌میوه نسبت به اسپادونا بیشتر است. زاویه هیو، درخشندگی، کاهش وزن، TAو TSS در رقم اسپادونا بیشتر از رقم شاه‌میوه می‌باشد. تیمارهای ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین بیش‌ترین سفتی و کم‌ترین مقدار pH، TSS و شاخص طعم را در هر دو رقم نشان دادند. تیمار گرمایی۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب در رقم های شاه‌میوه و اسپادونا باعث افزایش TSS و شاخص طعم شد. در کل رقم اسپادونا از نظر اکثر خصوصیات کمی و کیفی برای عرضه به بازار و نگهداری در انبار بهتر از رقم شاه‌میوه می‌باشد.

واژهای کلیدی: پس از برداشت، پوتریسین، تیمار گرمایی، عمر انبارمانی، گلابی

مقدمه

ارقام گلابی شاه میوه و اسپادونا جزء گلابی‌های اروپایی (*Pyrus communis* L.) می‌باشند (۵). گلابی میوه‌ای فرازگرا است که رسیدن آن با تولید اتیلن و نرم شدن قابل توجهی همراه بوده که در نهایت عمر انبارمانی محصول را کاهش می‌دهد، بنابراین کاهش سرعت رسیدن و به تأخیر انداختن مرحله پیری در گلابی‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد (۲۰). برای نگهداری اگر از تمهیداتی مثل آب گرم و پلی‌آمین‌ها استفاده گردد، تنفس میوه کند می‌شود و فعل و انفعالاتی که منجر به رسیدن میوه می‌شود به تعویق می‌افتد و مدت زمان نگهداری میوه در انبار افزایش می‌یابد. تیمار گرمایی از طریق آب گرم یا بخار آب گرم می‌تواند اثر مثبتی در حفظ کیفیت انبارمانی محصولات داشته باشد زیرا گرما علاوه براین‌که سبب از بین رفتن سبب تولید ترکیبات دفاعی در محصولات می‌شود که در نهایت منجر به افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها و سبزی‌ها می‌گردد. اثر تیمار گرمایی بر فساد قارچی می‌تواند به دلیل غیرفعال‌سازی عوامل بیماری‌زا به طور غیرمستقیم و تحریک ایجاد مقاومت های طبیعی در میوه‌ها باشد (۱۶ و ۲۵). غوطه‌وری کیوی‌فروت در آب گرم ۴۵، ۵۰ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ،۴ و ۲ دقیقه نشان داد میزان آب از دست‌دهی میوه ۲ برابر شاهد بود اما از میزان ضایعات و عمق پوسیدگی به‌طور قابل توجهی جلوگیری شده بود. سفتی میوه ابتدا کاهش یافت، اما تا پایان دوره انبارمانی روند ثابتی داشت، مقدار ویتامین ث در طول انبارمانی افزایش یافت. مقادیر pH، EC و تغییرات TA نسبتاً ثابت بودند اما از میزان سبزی رنگ میوه کاسته شد (۲). تیمار گرمایی باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های تولید اتیلن (EFE) شده، بنابراین تولید اتیلن را کاهش داد و در اثر کاهش تولید اتیلن آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی نیز کاهش یافتند و در نتیجه از هیدرولیز پکتین

۱،۲ و۳- به ترتیب استاد، دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۴- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: mbabalar@ut.ac.ir)

جلوگیری و سفتی میوه حفظ می‌گردد (۱۵). علت دیگر کاهش فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی در اثر تیمار گرمایی می‌تواند کاهش محلولیت پکتین‌ها از طریق افزایش مکان‌های مثبت برای تشکیل پل کلسیم در دیواره سلولی باشد (۱۹). تیمار آب‌گرم ۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ دقیقه سبب کاهش فعالیت پکتین متیل استراز و پلی‌گالاکتروناز در میوه‌های انبه می‌شود و سفتی گوشت میوه‌ها حفظ می‌گردد (۹). پلی‌آمین‌ها هیدروکربن‌های الیفاتیک با وزن مولکولی کم و دارای زنجیره خطی ۱۵-۳ کربنه و دو گروه آمینی انتهایی هستند. پلی‌آمین‌های معمول عبارتند از پوتریسین (دی‌آمین)، اسپرمیدین (تری‌آمین)، اسپرمین (تترآمین). این ترکیبات طبیعی تقریباً در همه گیاهان یافت می‌شوند و در طیف وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله رسیدن میوه‌ها و تنش‌های محیطی و غیره نقش دارند (۱). پلی‌آمین‌ها درpH طبیعی سلول به‌صورت کاتیون می‌باشند. اتیلن و پلی‌آمین‌ها به‌عنوان تنظیم کننده‌های رسیدن و پیری عمل می‌کنند و تعادل بین این دو تنظیم‌کننده رشد در تسریع یا کندنمودن فرایند پیری محصولات و رسیدن میوه‌ها نقش تعیین کننده‌ای دارد (۸). یکی از اثرات مهم تیمار برون‌زاد پلی‌آمین‌ها طی انبارداری سبزی‌ها و میوه‌ها، حفظ یا افزایش سفتی بافت می‌باشد. حفظ سفتی و جلوگیری از نرم‌شدن بافت در اثر تیمار با پلی‌آمین‌ها در بسیاری از محصولات باغبانی از جمله سیب (۱۷)، نارنگی (۲۶) و آلو (۲۳) گزارش شده‌است. میزان تأثیرگذاری پلی‌آمین‌ها بر سفتی میوه، بستگی به تعداد بارهای مثبت آن‌ها دارد. ظرفیت کاتیونی پلی‌آمین‌ها به‌ترتیب زیر است: پوترسین < اسپرمیدین <اسپرمین. میوه‌هایی که دارای مقادیر زیادی ازملکول‌های با ظرفیت کاتیونی بالا بودند، عمر پس‌ازبرداشت بیشتری نیز داشتند (۲۶). هدف از این پژوهش مقایسه دو رقم گلابی شاه‌میوه و اسپادونا از نظر حفظ خصوصیات کمی و کیفی طی مدت انبارمانی با تیمارهای پوتریسین و آب‌گرم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

میوه‌های مورد نیاز جهت آزمایش از درختان ۱۶ ساله دو رقم گلابی شاه‌میوه و اسپادونا واقع در باغ مرکز تحقیقات گروه باغبانی دانشگاه تهران تهیه شد. این درختان در سه مرحله در زمان داشت خردادماه، تیرماه و مردادماه (اولین زمان مه‌پاشی یک ماه بعد از تمام‌گل) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ سطح پوتریسین (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) در ۳ تکرار و با ۲ درخت در هر واحد آزمایشی مه‌پاشی شدند. میوه‌های هر دو رقم با توجه به شاخص‌های رسیدن در مرحله رسیدن سبز برداشت شدند که در رقم شاه میوه ۱۹ مرداد و رقم اسپادونا در ۶ شهریورماه بود و سپس میوه‌های یکنواخت انتخاب شده و قبل از ورود به سردخانه از تیمارهای گرمایی (۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد و شاهد دمای معمولی آب‌مقطر) و پوتریسین (همان غلظت‌های زمان قبل برداشت) و اثر متقابل آن‌ها به‌صورت غوطه‌وری به‌مدت ۵ دقیقه استفاده گردید. سپس تیمارها به سردخانه با دمای ۱ ±۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد منتقل شده و به‌مدت ۵ ماه نگهداری شدند . بعد از انتقال به سردخانه اندازه‌گیری مختصات کیفی میوه‌ها به فاصله۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ هفته انجام گردید، این صفات عبارت بودند از اندازه‌گیری رنگ سطحی (زاویه هیو و درخشندگی)، کاهش وزن، سفتی بافت میوه، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، شاخص طعم و مقدار ویتامین C.

رنگ ظاهری میوه با استفاده از رنگ سنج مینولتا مدل CR-400 بررسی گردید. از هر تیمار ۶ میوه به تصادف انتخاب گردید و قرائت‌ها از سه نقطه مقابل هم در روی میوه انجام شد و شاخص‌های رنگ a* (قرمز-سبز)، b* (زرد-آبی) و L* (سفید-سیاه) اندازه‌گیری شد و زاویه هیو محاسبه گردید (۲۱).

جهت اندازه گیری درصد کاهش وزن، وزن هر ظرف با ترازوی دیجیتالی در ابتدای آزمایش (قبل از انتقال به سردخانه) و بلافاصله بعد از خروج از سردخانه دوباره وزن گردیده و درصد کاهش وزن محاسبه گردید (۲۷).

برای تعیین سفتی گوشت میوه از دستگاه پنترومتردستی استفاده شد، برای این منظور با چاقو پوست میوه در سه نقطه به اندازه یک سانتی‌متر برداشته شد و سفتی گوشت میوه با پیستون هشت میلی‌متری بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع ثبت گردید.

برای اندازه‌گیری pH و TAعصاره میوه، ۵ میلی‌لیتر عصاره را با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و با استفاده از pH متر قرائت گردید. سپس با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به ۸/۳-۸/۲ =pH تیتر و سود مصرفی ثبت و مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب درصد اسید مالیک محاسبه گردید (۴).

برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول میوه از رفرکتومتر دستی استفاده و عدد حاصل به صورت درصد بیان شد.

جهت اندازه‌گیری شاخص طعم یا کسر رسیدگی نسبت بین مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون بررسی شد.

اندازه‌گیری ویتامین ث با روش تیتراسیون و با کمک یدورپتاسیم و معرف نشاسته صورت گرفت. به ۵ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده میوه، مقدار ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ میلی‌لیتر نشاسته ۱٪ اضافه گردید. محلول حاصل با یدور پتاسیم تیتر شد. ظهور رنگ تیره آبی با دوام پایان آزمایش خواهد بود و مقدار ویتامین C به‌صورت میلی‌گرم در صد گرم وزن تازه بیان شد (۳).

این تحقیق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. داده‌ها پس از جمع‌آوری، مرتب شده و با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام

گرفت. طرح آزمایشی، در زمان برداشت فاکتوریل ۲ عاملی و در طی انبارمانی، فاکتوریل چهار عاملی با سه تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی بود. فاکتورها طی انبارمانی عبارت از نوع رقم با دو سطح (شاه‌میوه و اسپادونا)، پوتریسین با چهار سطح (صفر، ۰/۵، ۱ و۲ میلی‌مولار)، تیمار گرمایی با سه سطح (شاهد، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد) و زمان‌های نگهداری در سردخانه با هفت سطح (صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱ هفته) بود.

نتایج و بحث

زاویه هیو (Hue angle): زاویه هیو در زمان برداشت تحت تاثیر رقم قرار گرفته‌است و در رقم شاه‌میوه بیشتر از اسپادونا بود (جدول ۱). برهمکنش رقم × زمان بر زاویه هیو تاثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۲). زاویه هیو در گلابی نشان دهنده رنگ سبز – زرد می‌باشد. در هر دو رقم ارزش رنگی طی زمان کاهش می‌یابد و با بررسی میانگین‌ها مشخص گردید که رقم شاه‌میوه طی مدت انبارمانی نسبت به رقم اسپادونا دارای زاویه هیو بالاتری می‌باشد که نشان‌دهنده این است که تبدیل رنگ سبز به زرد و تجزیه کلروفیل طی رسیدن در رقم اسپادونا نسبت به رقم شاه‌میوه بیشتر می‌باشد (شکل۱). بنابراین اگر رنگ زرد به‌عنوان یک شاخص انتخاب برای مصرف‌کننده باشد، رقم اسپادونا برای مصرف کننده مناسب‌تر می‌باشد. کاهش زاویه هیو به این دلیل است که طی زمان در اثر رسیدن، رنگ‌دانه کارتنوئیدها که مسئول رنگ زرد است ساخته‌شده و از میزان سبزی با تخریب کلروفیل کاسته و میوه به‌تدریج زرد می‌شود (۷).

درخشندگی (L*): مقدار درخشندگی در زمان برداشت در رقم اسپادونا بیشتر از شاه‌میوه بود (جدول ۱). رقم اسپادونا درخشندگی بالاتری نسبت به رقم شاه‌میوه دارد (جدول۲). در هر در رقم طی انبارمانی درخشندگی کاهش می‌یابد. کاهش درخشندگی در طی رسیدن به دلیل تیره‌شدن میوه می‌باشد که این نتایج با گلابی‌های کنترل اتمسفر مطابقت دارد (۱۳).

درصد کاهش وزن میوه: اثر رقم در پوتریسین در تیمار گرمایی تاثیر معنی‌داری بر درصد کاهش وزن داشت (جدول ۲). با بررسی شکل ۲ مشاهده می‌شود که رقم اسپادونا کاهش وزن بالاتری نسبت به رقم شاه‌میوه دارد و در هر دو رقم در طی زمان کاهش وزن افزایش می‌یابد.

کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با پوتریسین و تیمار گرمایی در هر دو رقم کاهش می‌یابد. هم‌چنین در رقم اسپادونا دمای آب۵۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده با پوتریسین کاهش وزن بیشتری داشت اما در میوه‌های تیمار شده با پوتریسین کاهش وزن در تیمار آب۵۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. در رقم شاه‌میوه کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین با آب گرم ۴۰ درجه سانتی‌گراد کم‌تر از میوه‌های شاهد بود. کاهش وزن در رقم شاه‌میوه کم‌تر از رقم اسپادونا می‌باشد. پوتریسین با اتصال به غشا سلولی باعث حفظ واکس‌های لایه کوتیکول می‌شوند و نقش مهمی در کاهش تبادلات آب از پوست میوه ایفا می‌کنند (۱۱). این اثر در زردآلو (۱۸) و آلو (۲۳) گزارش شده‌است. جلوگیری از کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با پوتریسین و تیمار گرمایی احتمالاً به دلیل نقش پلی‌آمین‌ها در سنتز پروتئین‌های شوک گرمایی‌که در شرایط تنش گرما نقش دارند باشند، زیرا در سلول‌های تحت تنش گرما فرم اتصالی پلی‌آمین‌ها نسبت به فرم آزاد بیشتر است و این نتایج نشان می‌دهند که وضعیت متابولیکی پلی‌آمین‌ها در سلول با تأثیر بر ثبات و خواص فیزیکی غشای سلولی سنتز پروتئین‌های شوک گرمایی در شرایط تنش گرما را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۱).

سفتی بافت میوه : میزان سفتی در زمان برداشت تحت تاثیر غلظت‌های مختلف پوتریسین قرار گرفت (جدول ۱). برهمکنش رقم × پوتریسین × زمان انبارمانی تاثیر معنی‌داری بر میزان سفتی داشت (جدول۲). بررسی شکل ۳–الف نشان می‌دهد که رقم شاه‌میوه سفتی بالاتری نسبت به رقم اسپادونا دارد و در هر دو رقم طی زمان سفتی کاهش می‌یابد و تغییرات شیب در رقم شاه‌میوه بیشتر از اسپادونا است. شکل ۳–ب نشان می‌دهد که در هر دو رقم تیمار ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین بالاترین سفتی را نسبت به میوه‌های شاهد داشته‌اند. اثر پلی‌آمین‌ها در افزایش یا حفظ سفتی را می‌توان به اتصال آن‌ها به ترکیبات پکتیکی دیواره سلول نسبت داد و این اتصال مانع از فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره‌سلولی می‌شود، که با نتایج میوه‌های هلو (۱۰) و آلو (۲۳) مطابقت دارد.

تغییرات pH عصاره میوه: مقدار pH در زمان برداشت تحت تاثیر غلظت‌های مختلف پوتریسین قرار گرفت (جدول ۱). برهمکنش رقم × زمان و رقم × پوتریسین اثر معنی‌داری بر مقدار pH داشته‌است (جدول ۲). در شکل ۴– الف مشاهده می‌شود که در هر دو رقم مقدار pH افزایش می‌یابد و رقم شاه‌میوه نسبت به رقم اسپادونا pH بالاتری دارد. پس رقم اسپادونا برای نگهداری در سردخانه مناسب‌تر از رقم شاه‌میوه می‌باشد. در هر دو رقم پایین‌ترین و بالاترین مقدار pH به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین و تیمارهای شاهد و ۰/۵ میلی‌مولار پوتریسین بوده است (شکل ۴– ب). حفظ pH با تیمار پوتریسین احتمالاً به‌دلیل کندکردن تنفس و جلوگیری از مصرف اسیدهای آلی باشد (۱۸).

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA): میزان اسیدیته قابل تیتراسیون هم در زمان برداشت و هم طی انبارمانی تحت تاثیر رقم قرار گرفت و در رقم اسپادونا مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون از رقم شاه‌میوه بیشتر بود (جدول ۱ و ۲)، بنابراین رقم اسپادونا به‌دلیل مصرف شدن آهسته اسیدهای آن دارای شرایط مناسب‌تری برای ماندگاری می‌باشند.

جدول ۱- اثر غلظت‌های مختلف پوتریسین بر صفات کمی و کیفی گلابی ارقام «شاه میوه» و «اسپادونا» در زمان برداشت

تیمار		زاویه هیو	درخشندگی	سفتی (Kg/cm^2)	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون (٪)	موادجامدمحلول (٪)	شاخص طعم	ویتامین ث (میلی‌گرم برصدگرم وزن تازه)
رقم	شاه‌میوه	۱۱۳/۲۹a	۶۲/۸۷b	۱۸a	۴/۴۷a	۰/۳۲b	۱۱/۱۸b	۳۴/۹۷a	۸/۱۲a
	اسپادونا	۱۱۱/۵۱b	a۶۸/۹۴	b۱۰/۷	۳/۹۴b	۰/۳۸a	۱۲/۷۹a	۳۳/۷۹a	۸/۰۲a
غلظت پوتریسین (میلی‌مولار)	شاهد	۱۱۰/۹۸b	۶۶/۵a	۱۲/۲۸d	۴/۳۴a	۰/۳۳a	۱۲/۸۵a	۳۸/۳۹a	۸/۳۹a
	۰/۵	۱۱۱/۹۳b	۶۶/۲a	۱۳/۶۷c	۴/۲۷b	۰/۳۴a	۱۲/۵۲a	۳۷/۱۳a	۸/۳a
	۱	۱۱۲/۴۷ab	۶۵/۶۸a	۱۵/۰۸b	۴/۱۱c	۰/۳۶b	۱۱/۴۷b	۳۱/۷۱b	۷/۸۹a
	۲	۱۱۴/۲۴a	۶۵/۲۲a	۱۶/۳۷a	۴/۰۹c	۰/۳۷b	۱۱/۱b	۳۰/۳۲b	۷/۷۲a

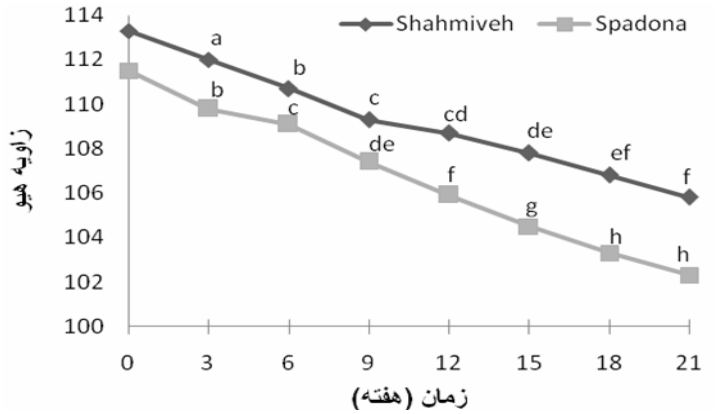
*- ستون‌های دارای حروف مشترک با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر غلظت‌های مختلف پوتریسین و تیمار گرمایی بر صفات کمی و کیفی انبارمانی میوه دو رقم «شاه میوه» و «اسپادونا»

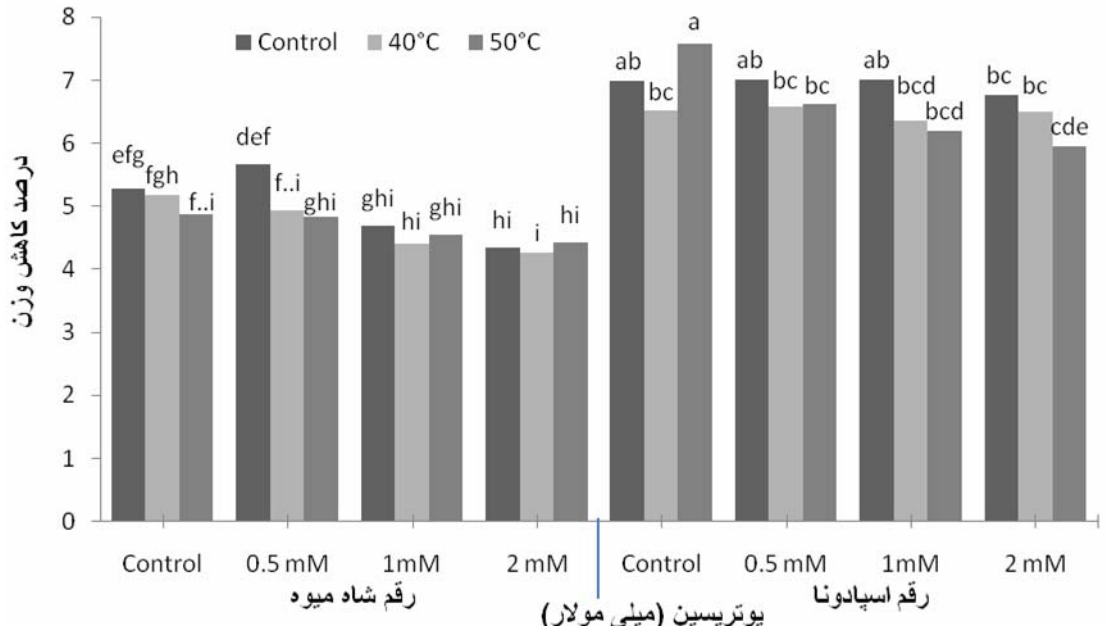
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		زاویه هیو	درخشندگی	کاهش‌وزن (٪)	سفتی (Kg/cm^2)	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون (٪)	مواد جامد محلول (٪)	شاخص طعم	ویتامین ث (میلی‌گرم بر صد گرم وزن‌تازه)
A (رقم)	۱	۸۳۲/۹۹**	۲۰۷۵/۳**	۴۴۷/۳۱**	۴۱۱۸/۲۳**	۲۴/۷۱**	۰/۲۷۹**	۳۲۹/۶۴**	۱۱۴/۶**	۰/۸۵^{ns}
B (زمان)	۶	۴۸۳/۵۵**	۲۲۷/۵**	۵۲۱/۵۲**	۴۷۹/۲۱**	۰/۳**	۰/۰۱۶**	۳/۵۶**	۳۱۳/۳۲**	۵۳/۵۳**
C (پوتریسین)	۳	۷۳/۲۹**	۸۱/۱**	۱۳/۳**	۱۳۹/۷۹**	۱/۱**	۰/۰۷۵**	۵/۱۷**	۱۶۸۴/۰۱**	۲۰/۳۷**
D (دما)	۲	۳۵/۳۴**	۱۶/۲۲^{ns}	۴/۲۷*	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۳۸*	۰/۰۰۰۲^{ns}	۳/۷**	۶۳/۲۹**	۱/۱۸^{ns}
A×B	۶	۱۴/۱۲**	۱۲/۴۸^{ns}	۲۰/۹۷**	۴۶/۷۸**	۰/۰۳۹**	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۵/۰۹ ^{ns}	۷/۳۲**
A×C	۳	۱۳/۳۱^{ns}	۶/۳۵^{ns}	۱/۳۶^{ns}	۳/۷۵**	۰/۲۷**	۰/۰۰۰۸^{ns}	۱/۱۷**	۳۲/۶۲**	۲/۴۴*
A×D	۲	۲/۱۵^{ns}	۶/۸۴^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۱۷^{ns}	۰/۰۰۰۱۳^{ns}	۲/۴۹**	۳۰/۷۳**	۱/۵۵^{ns}
B×C	۱۸	۱/۱۲^{ns}	۱/۱۳^{ns}	۱/۹۸^{ns}	۱/۰۶^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۰۰۰۱۱^{ns}	۲/۸۸**	۲۵/۹۳^{ns}	۰/۵^{ns}
B×D	۱۲	۰/۶۴^{ns}	۳/۹۴^{ns}	۰/۵۷^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۱۶^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۵/۵۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}
C×D	۶	۰/۱۸^{ns}	۲/۸۱^{ns}	۱/۱۷^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۹۶^{ns}	۰/۳۲^{ns}
A×B×C	۱۸	۱/۳۶^{ns}	۰/۹۸^{ns}	۱/۲۶^{ns}	۱/۳۲**	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۳**	۰/۶۹**	۴/۴^{ns}	۰/۸۶^{ns}
A×B×D	۱۲	۱/۲۸^{ns}	۲/۱۳^{ns}	۱/۳۸^{ns}	۰/۵۶^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۲/۹۶^{ns}	۰/۳۴^{ns}
A×C×D	۶	۰/۳۸^{ns}	۱/۷۸^{ns}	۴/۱۵**	./۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۱۷^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۰/۳۳^{ns}
B×C×D	۳۶	۰/۹۵^{ns}	۰/۸۸^{ns}	۱/۰۶^{ns}	۰/۵۲^{ns}	۰/۰۰۳۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۷^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۳/۸۱^{ns}	۰/۶۸^{ns}
A×B×C×D	۳۶	۱/۰۷^{ns}	۱/۰۷^{ns}	۱/۹۳^{ns}	۰/۶^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۹^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۴/۰۸^{ns}	۰/۶۵^{ns}
خطای آزمایش	۳۳۶	۶/۵۸	۶/۱۶	۱/۳۸	۰/۶۸	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲۱	۳/۵۷	۰/۹۶

*، ** و ns – به ترتیب نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و عدم معنی‌داری می‌باشد.

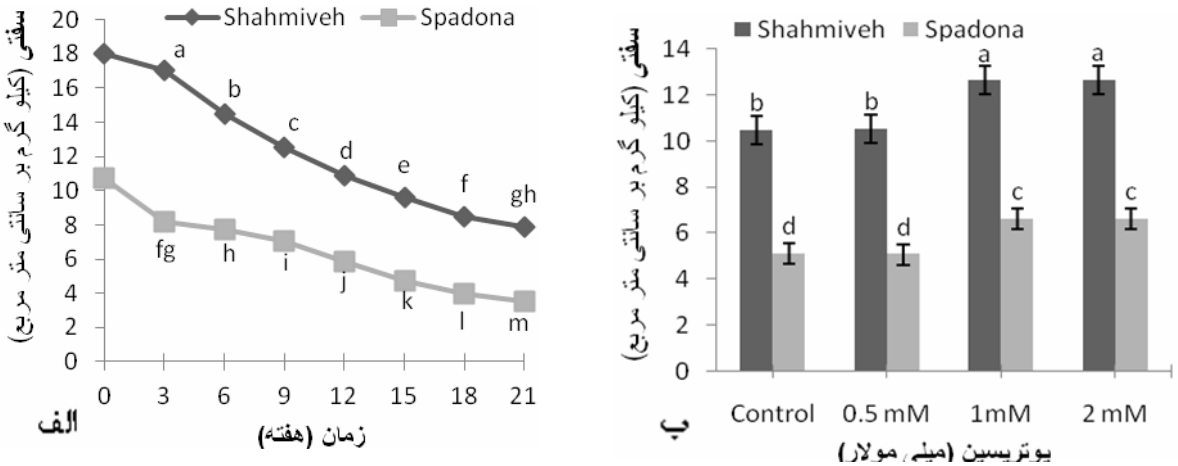
مواد جامد محلول کل میوه (TSS): مقدار مواد جامد محلول هم در زمان برداشت و هم در زمان انبارمانی در رقم اسپادونا بیشتر از شاه میوه بود (جدول ۱ و ۲). برهمکنش رقم × پوتریسین، رقم × دما و زمان × پوتریسین بر مقدار مواد جامد محلول تاثیر معنی‌داری داشته‌است (جدول ۲). بررسی شکل ۵- الف نشان می‌دهد رقم اسپادونا TSSبیشتری نسبت به رقم شاه‌میوه را نشان می‌دهد و در هر دو رقم شاهد و تیمار ۰/۵ میلی‌مولار پوتریسین دارای بیشترین مقدار TSS می‌باشند.



شکل ۱- مقایسه زاویه هیو میوه های گلابی ارقام «شاه‌میوه» و «اسپادونا» درطی زمان انبارمانی



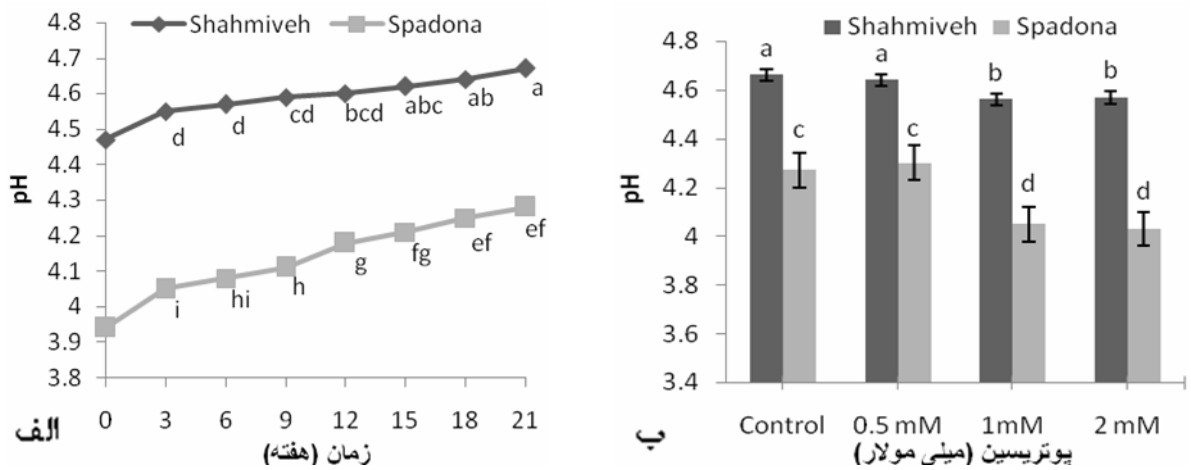
شکل ۲ - برهمکنش تیمار های پوتریسین و گرما بر میزان کاهش وزن میوه های گلابی ارقام «شاه‌میوه» و «اسپادونا» درطی دوره انبارمانی



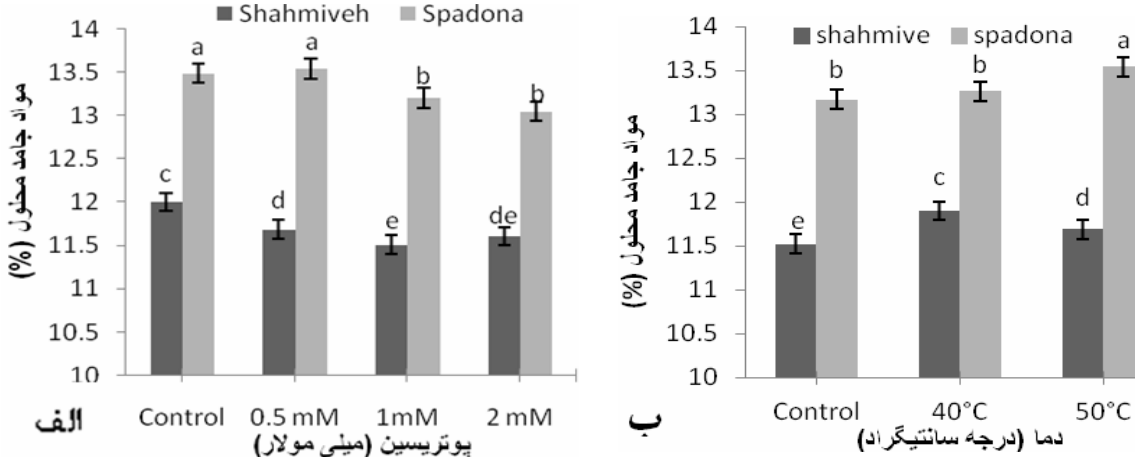
شکل ۳ – مقایسه میزان سفتی میوه های گلابی ارقام «شاه‌میوه» و «اسپادونا» در طی زمان انبارمانی (الف)، تیمار شده با پوتریسین در پایان دوره انبارمانی (ب)

در شکل ۵- ب مشاهده می‌شود در رقم شاه‌میوه تیمار آب ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین TSS و در رقم اسپادونا تیمار آب ۵۰ درجه سانتی‌گراد دارای بالاترین TSSمی‌باشند. حفظ TSS توسط تیمار پوتریسین به دلیل کاهش تنفس و کاهش تولید اتیلن است که نتیجه آن جلوگیری از افزایش غیر عادی TSS می‌باشد (۲۶). افزایش TSS در اثر تیمار گرمایی احتمالاً به دلیل افزایش موقتی تنفس و تبدیل سریع نشاسته به قند است و یا به دلیل افزایش فعالیت آنزیم اینورتاز می‌باشد (۱۵ و ۲۲).

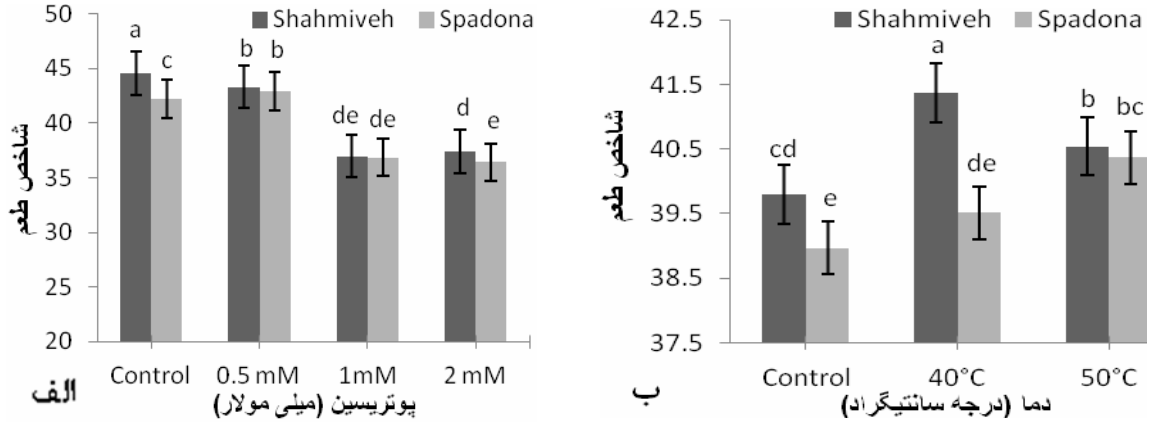
شاخص طعم (TSS/TA): مقدار شاخص طعم در زمان برداشت در رقم اسپادونا بیشتر از شاه میوه بود (جدول ۱). برهمکنش رقم × پوتریسین و رقم × دما بر مقدار شاخص طعم تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). در شکل ۶- الف مشاهده می‌شود رقم شاه‌میوه شاخص طعم بالاتری نسبت به اسپادونا دارد. میوه‌های تیمار شده با پوتریسین دارای شاخص طعم پایین‌تری نسبت به شاهد می‌باشند. شکل ۶- ب نشان می‌دهد رقم شاه‌میوه با تیمار آب۴۰ درجه سانتی‌گراد و رقم اسپادونا با تیمار آب ۵۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین شاخص طعم را دارا بودند. پوتریسین باعث کاهش تنفس میوه و کندشدن مصرف اسید و جلوگیری از افزایش مواد جامد محلول می‌شود و در نتیجه نسبت TSS/TA کاهش و شاخص طعم کم‌تر می‌شود (۶). تیمارگرمایی به دلیل تحت تاثیر قرار ندادن اسیدیته قابل تیتراسیون و افزایش مواد جامد محلول باعث افزایش شاخص طعم می‌شوند (۱۶).



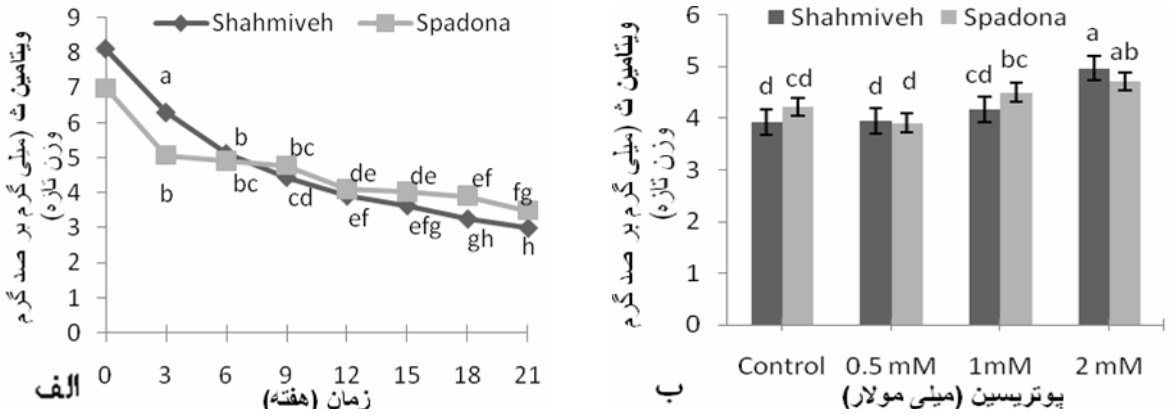
شکل ٤ –مقایسه میزان pH میوه های گلابی ارقام «شاه‌میوه» و «اسپادونا» در طی زمان انبارمانی (الف)، تیمار شده با پوتریسین در پایان دوره انبارمانی(ب)



شکل ۵ – مقایسه درصد مواد جامد محلول در زمان پایان دوره انبارمانی میوه‌های گلابی ارقام «شاه‌میوه» و «اسپادونا» تیمار شده با پوتریسین (الف)، گرما (ب)



شکل ٦ - مقایسه میزان شاخص طعم میوه در زمان پایان دوره انبارمانی ارقام «شاه‌میوه» و «اسپادونا» تیمار شده با پوتریسین (الف)، گرما (ب)



شکل۷ – مقایسه میزان ویتامین C میوه‌های گلابی ارقام «شاه‌میوه» و «اسپادونا» در طی زمان انبارمانی (الف)، تیمار شده با پوتریسین در پایان دوره انبارمانی (ب)

ویتامینC: برهمکنش رقم × زمان و رقم × پوتریسین اثر معنی‌داری بر مقدار ویتامین C داشته‌است (جدول ۲). شکل ۷- الف نشان می‌دهد در هر دو رقم با گذشت زمان ویتامین C کاهش می‌یابد. این کاهش در ویتامین C در رقم شاه‌میوه نسبت به اسپادونا بیشتر می‌باشد. با بررسی شکل ۷- ب مشاهده می‌شود در هر دو رقم تیمار ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین ویتامین C بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد دارند. با افزایش رسیدن میوه رادیکال‌های آزاد تولید شده و این ویتامین به عنوان خنثی‌کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشند. حفظ ویتامین C به این دلیل است که پوتریسین با به تأخیر انداختن پیری سبب جلوگیری از تجزیه‌ی دیواره سلولی شده، بنابراین تولید رادیکال‌های آزاد کاهش‌یافته و نیاز سلول به مصرف اسیدآسکوربیک کم‌تر شده و در نتیجه ویتامین C در میوه حفظ گردیده‌است (۲۴).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی از مقایسه دو رقم در زمان برداشت و طی مدت انبارمانی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سفتی، pH و شاخص طعم در رقم شاه‌میوه نسبت به اسپادونا بیشتر است. تبدیل رنگ سبز به زرد (میزان هیو)، درخشندگی، کاهش وزن، ماده خشک، TAو TSS در رقم اسپادونا بیشتر از رقم شاه‌میوه می‌باشد. بیشترین سفتی در هر دو رقم مربوط به ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین می‌باشد. کم‌ترین مقدار pH و TSSو شاخص طعم در هر دو رقم مربوط به تیمار ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین می‌باشد. تیمار گرمایی ۵۰ درجه سانتی‌گراد در رقم اسپادنا و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در رقم شاه‌میوه باعث افزایش TSS و شاخص طعم شد. در کل رقم اسپادونا با تیمار ۱ میلی‌مولار پوتریسین و دمای قبل از انبار ۴۰ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد می‌گردد و رقم اسپاونا از نظر اکثر خصوصیات کمی و کیفی برای عرضه به بازار و نگهداری در انبار بهتر از رقم شاه‌میوه می‌باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی به شماره ۷۱۰۳۰۰۲/۶/۲۲ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده‌است و شایسته است از مدیریت قطب‌های علمی کشور و معاون علمی و پژوهشی دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه تهران برای تامین بودجه لازم جهت انجام این پژوهش تقدیر و قدردانی گردد.

منابع

۱- اثنی عشری م. و خسروشاهی م. ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت. انتشارات دانشگاه بو علی سینا. همدان. ۶۵۸ ص.

۲- فتاحی‌مقدم ج.، طاهری ح. و ببری م. ۱۳۸۸. کنترل پوسیدگی پس از برداشت و کیفیت فیزیکوشیمیایی در سردخانه با تیمار آب گرم. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران. ۴ ص.

۳- ماجدی م. ۱۳۷۳. روش‌های شیمیایی آزمون مواد غذایی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران. ۱۰۸ ص.

۴- مستوفی ی. و نجفی ف. ۱۳۸۴. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.۱۳۶ ص.

۵- منیعی ع. ۱۳۷۳. گلابی و به و پرورش آن‌ها. ، شرکت انتشارات فنی ایران. ۱۱۳ ص.

۶- نیکخواه ش. ۱۳۹۰. تاثیر تاریخ برداشت و غلظت کلرورکلسیم بر کیفیت انبارمانی گلابی ارقام اسپادونا و کوشیا. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۵: ۲۵۰-۲۴۳.

7- Agar T., Biasi W.V. and Mitcham E.J. 1999. Exogenous ethylene accelerates ripening responses in Bartlett pears regardless of maturity or growing region. Postharvest Biology and Technology, 17: 67–78.

8- Andersen S.E., Bastola D.R. and Minocha S.C. 1998. Metabolism of polyamines in transgenic cells of carrot expressing a mouse ornithine decarboxylase cDNA. Plant Physiology, 116 :299–307.

9- Benitez M., Acedo A.L., Jitareerat P. and Kanlavanarat S. 2006. Mango fruit softening response to postharvest heat treatment. Acta Horticulturae, 712 :811-816.

10- Bregoli A.M., Scaramagli S., Costa G., Sabatini E., Ziosi V., Biondi S. and Torrigiani P. 2002. Peach (*Prunus persica* L.) fruit ripening: aminoethoxyvinylglycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness. Plant Physiology, 114 :472-481.

11- Enas A.M.A., Sarrwy S.M.A. and Hassan H.A.S. 2010. Improving Canino Apricot Trees Productivity by Foliar Spraying with Polyamines. Journal of Applied Sciences Research, 6: 1359-1365.

12- Gonzalez-Aguilar G.A., Gayosso L., Cruz R., Fortiz J., Baez R. and Wang C.Y. 2000. Polyamines induced by hot water treatments reduce chilling injury and decay in pepper fruit. Postharvest Biology and Technology, 18 :19–26

13- James R.G., Hess-Pierce B., Cifuentes R.A. and Kader A.A. 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. Postharvest Biology and Technology, 24: 271-278.

14- Khan A.S. and Singh Z. 2010. Pre-harvest application of putrescine influences Japanese plum fruit ripening and quality. Food Science and Technology International February, 16: 53-64.

15- Klein B.P. and Perry A.K. 1982. Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of United States. Food Science, 47 :941-945.

16- Klein J.D. and Lurie S. 1992. Postharvest heat treatment and fruit quality. Postharvest News Info, 2 :15-19.

17- Kramer G.F., Wang C.Y. and Conway W.S. 1991. Inhibition of softening by polyamine application in ‘Golden Delicious’ and ‘McIntosh’ apples. Journal of the American Society for Horticultural Science, 116: 813–817.

18- Martinez-Romero D., Serrano M., Carboneel A., Burgos L., Riquelme F. and Valero D. 2002. Effect of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. Journal of Food Science. 67: 1706-1712.

19- Mirdehghan S.H., Rahemi M., Martinez-Romero D., Guillen 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 :19-25.

20- Pandey S., Ranade S.A., Nagar P.K. and Kumar N. 2000. Role of polyamines and ethylene as modulators of plant senescence. Biochemistry Science, 25: 291–9.

21- Pek Z., Helyes L. and Lugasi A. 2010. Color changes and antioxidant content of vine and postharvest ripened tomato Fruits. Horticultural Science, 45: 466–468.

22- Ranwal A.P., Suematsu C. and Masuda H. 1992. Soluble and wall-bound invertases in strawberry fruit. Plant Science, 84: 59–64.

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

24- Smimoff, N. 1995. Antioxidant system and plant response to the environment. pp. 217-243. In: N. Smimoff (ed.) Environment and Plant Metabolism. Bios Scientific Publisher Oxford United Kingdom.

25- Spotts R.A. and Chen P.M. 1987. Prestorage heat treatment for control of decay of pear fruit. Postharvest Pathology and Mycotoxins, 17: 1578-1582.

26- Valero D., Martınez-Romero D., Serran M. and Riquelme F. 1998. Polyamine response to external mechanical bruising in two mandarin cultivars. Horticultural Science, 33: 1220–1223.

27- Zhang M., Tao Q., Huan Y.J., Wang H.O. and Li C.L. 2002. Effect of temperature control and humidity on the preservation of Jufeng grapes. International Agrophysics, 16: 277-28.