تأثیر اسید جیبرلیک و پوتریسین بر بازارپسندی و برخی صفات کیفی پرتقال هاملین

حنیفه آژ[۱*]، محمدرضا اصغری[۱] و احمد آئین[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۲۶)

چکیده

حفظ کیفیت میوه مرکبات پس از برداشت سبب افزایش بازارپسندی می‌شود. هدف از این پژوهش تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک و پوتریسین بر عمر پس از برداشت میوه پرتقال هاملین می‌باشد که در قالب آزمایش فاکتوریل(۵۴=۶×۳×۳) بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تکرار انجام گردید. تیمار اسید جیبرلیک در سه سطح(۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و پوتریسین در سه سطح (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) روی شاخه‌های درختان پرتقال ۲ هفته قبل از برداشت صورت گرفت. صفاتی چون سفتی بافت، بازار پسندی، ویتامین ث، اسیدیته کل، مواد جامد محلول و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته کل میوه ارزیابی شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی پوتریسین با غلظت یک میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری از نرم شدن میوه‌ها جلوگیری می‌کند و باعث حفظ سفتی بافت میوه می‌شود. هم‌چنین کاربرد یک میلی‌مولار پوترسین باعث حفظ ظاهر و بازارپسندی مطلوب میوه‌ها شد و به‌طور معنی‌داری برتر از سایر تیمارهای مورد بررسی بود. اسید جیبرلیک به‌طور معنی‌داری باعث حفظ میزان حداکثراسیدیته کل و حداقل مواد جامد محلول شد. اثر متقابل اسید جیبرلیک و پوتریسین نیز در حفظ میزان ویتامین ث معنی‌دار بود. بنابراین می‌توان با کاربرد پوترسین یک میلی‌مولار و اسید جیبرلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث حفظ بهتر بازارپسندی و وضعیت ظاهری و کیفی میوه پرتقال رقم هاملین شد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، سفتی بافت، مرکبات، مواد جامد محلول، ویتامین ث

۱. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲. مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hanifehazh@yahoo.com

مقدمه

مرکبات از پراهمیت‌ترین محصولات باغی در جهان به شمار می‌آیند که هم به‌صورت تازه خوری و هم آب میوه برای سلامتی مصرف‌کننده مفید می‌باشند که پرتقال یکی از گونه‌های مهم تجاری مرکبات محسوب می‌شود. کیفیت میوه مرکبات برداشت شده به‌تدریج هم از لحاظ خواص ظاهری و هم درونی تغییر می‌کند که انتخاب شرایط بهینه برای نگهداری حفظ کیفیت مطلوب بسیار مهم می‌باشد(۱۲). با توجه به مضرات استفاده از سموم شیمیایی برای انسان و محیط زیست، دستاوردهای جدید در استفاده از موادی که اثرات سوء و زیان‌آور در انسان و محیط به همراه نداشته باشند حائز اهمیت می‌باشد (۱۳).

بنابراین استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار با گیاه، طبیعت و انسان برای تولید محصولات کشاورزی و باغبانی ارگانیک مورد توجه می‌باشد، تا به این ترتیب نه تنها محصول عاری از مواد شیمیایی خطرناک باشد، بلکه دارای ارزش غذایی و دارویی بالاتر نیزخواهد بود(۲). بنابراین استفاده از ترکیبات طبیعی مانند جیبرلین‌ها و پلی‌آمین‌ها می‌تواند در فرمولاسیون تجاری به‌صورت قبل از برداشت و پس از برداشت مورد استفاده قرار گیرد که عکس‌العمل‌های اقتصادی را در پی دارد(۱۷). جیبرلین‌ها هورمون‌های طبیعی گیاهی هستند که رشد و نمو را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این هورمون در برگ‌های جوان سنتز شده و به‌وسیله انتشار از طریق بافت چوب و آبکش انتقال می یابند(۸). به‌طور عمومی رسیدن میوه‌ها و نرم شدن آنها حساسیت به ضربه مکانیکی را بیشتر می‌کند(۱۱). هم‌چنین اختلالات فیزیولوژی و پاتولوژی در مرکبات به‌طور مکرر در بافت‌های پیر و نرم‌تر اتفاق می‌افتد که جیبرلین‌ها در افزایش سفتی پوست و تأخیر در پیری پوست مرکبات تأثیر دارند(۱۵). محلول پاشی قبل از برداشت اسید جیبرلیک، فعالیت آنزیم‌های نرم‌کننده مانند پلی گالاکتروناز(Polygalactouronase) و پکتین متیل استراز(Pectin methyl esterase) را با حفاظت پکتین در برابر دمتیله شدن(Demethylation) و یا با کاهش دپلیمریزه شدن(Depolymarization) الیگالاکترونان‌ها(Olygalactouronase)، کاهش می‌دهد(۱۹). از طرفی، جیبرلین‌ها با اثر بر متابولیسم پلی‌آمین‌ها، باعث افزایش میزان پلی آمین‌ها می‌شوند که نقش ضد پیری اسید جیبرلیک را نشان می‌دهد(۱۱). پلی آمین‌ها نیز یک گروه جدید از تنظیم‌کننده‌های طبیعی رشد گیاهی هستند که امروزه به‌عنوان هورمون‌های گیاهی شناخته می‌شوند و در بسیاری از فرآیندهای رشد و نمو نقش دارند. در pH طبیعی سلول به‌صورت کاتیون هستند که این طبیعت پلی کاتیونی آنها ازخواص مهم در فعالیت‌های فیزیولوژی محسوب می‌شود، به‌طوری‌که پلی‌آمین‌ها در گیاهان اغلب در ترکیب با مولکول‌های آنیونی همچون اسیدهای نوکلئیک، پروتئین، فسفولیپیدها و پلی ساکاریدها هستند (۲۰). پلی آمین‌ها هم‌چنین به‌دلیل داشتن بارهای مثبت با دادن الکترون با ترکیبات دارای رادیکال آزاد ایجاد کمپلکس می‌کنند و در نتیجه از تجمع این ترکیبات مضر که باعث تسریع در پیری و ایجاد تنش در سلول‌ها می‌شوند جلوگیری می‌کنند. از طرف دیگر پلی آمین‌ها به‌عنوان عوامل ضدپیری و ضد تنش در گیاه و خصوصاً محصول برداشت شده عمل می‌کنند و رقابتی بودن تولید آنها با اتیلن باعث شده است که این ترکیبات به‌عنوان ترکیبات بسیار مهم برای افزایش عمر محصولات برداشت شده و حفظ کیفیت آنها مطرح شوند (۷ و۲۳). یکی از مهم‌ترین تأثیراتی که به پلی آمین‌ها در طول دوره نگهداری میوه‌ها و سبزیجات نسبت داده می‌شود افزایش استحکام بافت محصولات می‌باشد (۲۲). در یک بررسی دیگر گزارش شده که کاربرد غلظت‌های مختلف پوتریسین بر روی توت فرنگی آلودگی قارچی را کاهش داده است (۲۴). هدف از این پژوهش بررسی اثر تیمار قبل از برداشت اسید جیبرلیک و پوتریسین بر حفظ خصوصیات کیفی و ماندگاری میوه پرتقال رقم هاملین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به‌صورت فاکتوریل در ۶ تکرار در سال ۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات

کشاورزی جیرفت و کهنوج اجرا شد. فاکتور اول شامل محلول‌پاشی اسید جیبرلیک در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و فاکتور دوم کاربرد پوتریسین در سه سطح (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) بود. محلول‌پاشی اسید جیبرلیک و پوتریسین با غلظت‌های مورد نظر روی درختان میوه پرتقال رقم هاملین واقع در باغ مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت در اواخر آبان ماه در مرحله بلوغ تجاری زمانی‌که ۸۰ درصد میوه‌ها تغییر رنگ داده بودند، انجام شد. اسید جیبرلیک و پوتریسین مورد استفاده از شرکت سیگما خریداری شدند. دو هفته بعد از اعمال تیمارها، عملیات برداشت با قیچی باغبانی انجام شد(۹و۱۵). میوه‌ها شسته شده و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای معمولی اتاق خشک گردیده و پس از توزین و بسته‌بندی در ظروف پلاستیکی به سردخانه با دمای ۰/۵± ۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵± ۸۵ درصد منتقل شدند. پس از ۹۰ روز قرار دادن در سردخانه، صفات و پارامترهای کیفی شامل سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته کل، ویتامین ث و بازارپسندی میوه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه‌ها از فشار سنج دستی مدل(اف تی ۳۲۷) استفاده شد که با فشار استوانه فلزی به‌صورت قائم روی بافت میوه فشار وارده به‌صورت کیلوگرم بر مترمربع خوانده می‌شود. برای اندازه‌گیری اسیدیته کل از روش تیتراسیون با محلول ۰/۱ نرمال هیدروکسیدسدیم(NaOH) و ۲ قطره فنل فتالئین(Phenolphthalein) (۰/۰۱ در الکل) استفاده شد و نتایج برحسب گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ گرم بیان شد. برای این منظور ۵ میلی‌لیتر آب میوه با ۹۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیتر شد. مواد جامد قابل حل با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی مدل (آتاگو)(Atago) در دمای اتاق برحسب درجه بریکس قرائت گردید(۳). اندازه‌گیری ویتامین ث با استفاده از روش تیترسنجی به روش یدومتریک انجام شد و نتایج برحسب میلی‌گرم اسیدآسکوربیک (Ascorbic acid) در ۱۰۰ گرم نمونه بیان شد(۴). برای ارزیابی شاخص بازارپسندی میوه‌ها از روش نمره‌دهی استفاده شد. میوه‌ها در ۵ دسته طبقه‌بندی شده و نمرات ۱ تا ۵ به آنها اختصاص داده شد: ۱= غیرقابل قبول، ۲= بد، ۳= قابل قبول، ۴=خوب و ۵=عالی(۳). آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

تأثیر پوتریسین و اسید جیبرلیک بر سفتی بافت میوه

تیمار پوتریسین درغلظت یک میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری باعث حفظ سفتی بافت میوه‌ها شد(جدول۱). اسیدجیبرلیک با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز نسبت به شاهد باعث حفظ سفتی میوه‌ها شد ولی اثر آن معنی‌دار نبود(شکل ۱). نرمی بافت میوه در نتیجه تغییرات ساختار دیواره سلولی شامل کاهش همی سلولز، گالاکتوز و حل شدن و دپلیمریزه شدن پکتین صورت می‌گیرد و نتیجه فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده دیواره سلولی می‌باشد(۶). با توجه به ماهیت کاتیونی پلی آمین‌ها در pH سلولی و نقش حفاظتی آنها به‌وسیله ایجاد باند با پروتئین‌ها و لیپیدها، پلی آمین‌ها می‌توانند ساختار سلولی و اندامک‌های داخل سلول را مانند غشای تیلاکوئیدی محکم کنند(۲۱). اثر پلی آمین‌ها درحفظ سفتی میوه را می‌توان به اتصال آنها به گروه‌های کربوکسیل ترکیبات پکتیکی در دیواره سلولی و هم‌چنین اتصال به واحدهای اسیدگالاکترونیک نسبت داد که از شکستن پکتین جلوگیری می‌کنند(۹). طبق گزارش مالیک و همکاران(۳) محلول‌پاشی پوتریسین روی درختان انبه ۷روز قبل از اولین برداشت، باعث افزایش سفتی بافت میوه‌ها شد که با نتایج این تحقیق مطابقت و همخوانی دارد.

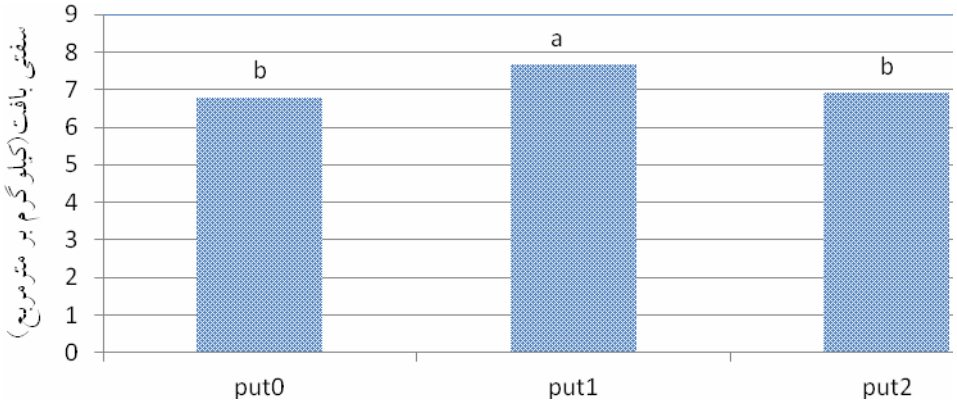
تأثیر پوتریسین و اسید جیبرلیک بر بازارپسندی

برای تعیین درجه بازارپسندی از ارزیابی ظاهری میوه براساس رنگ، سفتی و عدم وجود پوسیدگی و سرمازدگی استفاده شد(۳). میوه‌هایی که فاقد ناهنجاری بوده و دارای رنگ و شکل

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر تیمارها روی صفات مورد بررسی

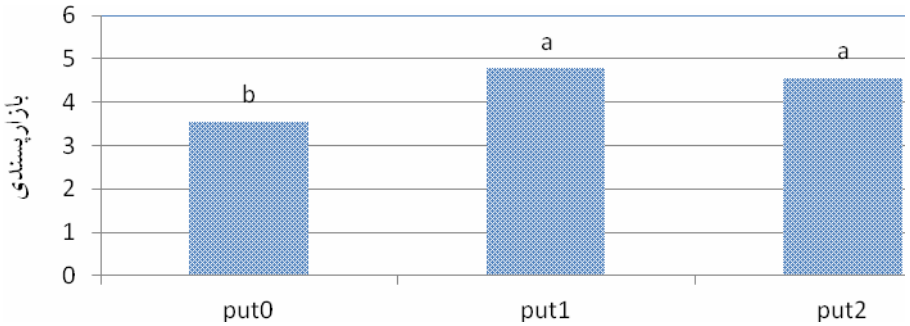
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		سفتی بافت	TSS	TA	TSS/TA	ویتامین ث	بازارپسندی
فاکتورA (اسیدجیبرلیک)	۲	۰/۵۳$^{n.s}$	۵/۳۲**	۰/۰۰۶۷*	۲/۹۸$^{n.s}$	۲۹۶/۲۵$^{n.s}$	۰/۹۲۶$^{n.s}$
فاکتورB (پوتریسین)	۲	۲/۰۱۹*	۰/۰۱۴$^{n.s}$	۰/۰۰۰۶$^{n.s}$	۷/۵۸$^{n.s}$	۱۶۵/۷۹$^{n.s}$	۳/۸۱۵*
اثر متقابل A*B	۴	۰/۲۹۹$^{n.s}$	۰/۴۳$^{n.s}$	۰/۰۰۱۶$^{n.s}$	۴/۶۸$^{n.s}$	۵۶۳/۰۷**	۰/۸۷$^{n.s}$
خطا	۱۸	۰/۴۲۴	۰/۸۷	۰/۰۰۴	۱۸/۴۱	۱۰۷/۴۱	۰/۸۱۵
ضریب تغییرات٪		۹/۱۴	۱۲/۱۴	۱۱/۸۲	۱۷/۷۲	۱۷/۸۷	۲۱/۰۱

** و *: به‌ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار ns: غیرمعنی‌دار

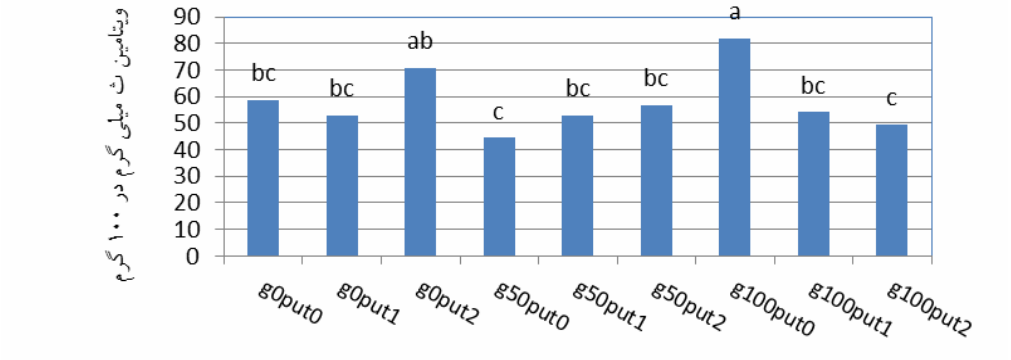


شکل ۱. تأثیر پوتریسین بر سفتی بافت میوه پرتقال هاملین

مناسب بودند دارای درجه بازارپسندی بالاتری بودند، که میوه‌های تیمار شده با پوتریسن وضعیت ظاهری و بازارپسندی بهتری داشتند. مطابق جدول تجزیه واریانس پوتریسن در سطح ۵٪ بر وضعیت ظاهری و بازار پسندی میوه‌ها اثری معنی‌دار داشت که بیشترین درصد بازار پسندی مربوط به تیمار ۱ میلی‌مولار پوتریسین بود(شکل۲). این با نتایج مطالعات مالک وسینگ (۱۰) همخوانی دارد که اعلام کردند کاربرد پوتریسین به میزان یک میلی‌مولار در زمان قبل از برداشت به‌طور مؤثری رسیدن و پیری میوه‌های انبه را به تأخیر انداخته است. با توجه به این‌که وضعیت ظاهری محصول مهم‌ترین شاخص ارزیابی بازارپسندی محصول است و وجود هرگونه علایم آلودگی و پوسیدگی و نرم شدن میوه باعث کاهش بازارپسندی محصول می‌شود، بنابراین هر عاملی که سرعت پیری را کاهش بدهد و از رشد علایم پوسیدگی جلوگیری کند باعث حفظ وضعیت ظاهری و بازارپسندی محصول خواهد شد (۱). پلی آمین‌ها و اتیلن دارای یک پیش ماده مشترک بنام اس- آدنوزین متیونین(S-adenosylmethionine) هستند، اما عملکرد آنها در رسیدن و پیری مخالف همدیگر می‌باشد. استفاده از پلی‌آمین‌های بیرونی از تولید اتیلن جلوگیری می‌کند و تأثیر کاربرد بیرونی پلی‌آمین‌ها بر کیفیت و انبارمانی محصولات متنوعی مانند سیب، توت فرنگی، آلو، هلو و انبه بیان شده است. کاربرد یک میلی‌مولار پوتریسین در میوه لیچی قبل از



شکل۲. تأثیر پوتریسین بر وضعیت ظاهری و بازارپسندی میوه پرتقال



شکل۳. اثر متقابل اسید جیبرلیک و پوتریسین بر میزان ویتامین ث

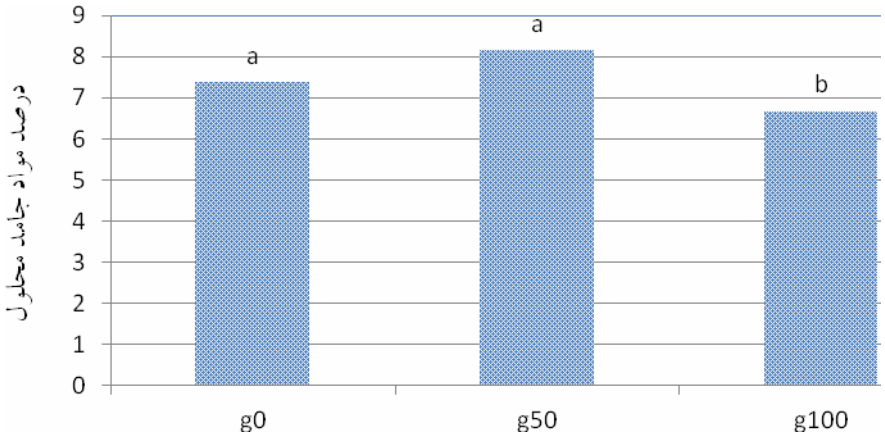
انبار در ۵ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش میزان پلی آمین‌ها و تغییرات مربوط به پیری مانند تولید اتیلن، قهوه‌ای شدن، میزان پراکسید(Peroxide) و نشت سلولی را به تأخیر انداخت(۹).

تأثیر پوتریسین و اسید جیبرلیک بر ویتامین ث

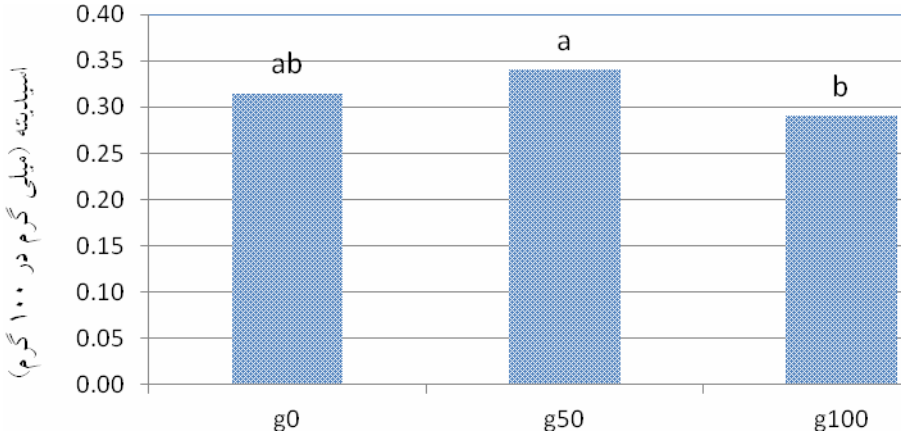
با توجه به جدول ۱تجزیه واریانس تیمار ترکیبی اسید جیبرلیک و پوتریسین در سطح۱٪ باعث حفظ معنی‌دار ویتامین ث در مدت نگهداری شد. بیشترین میزان ویتامین ث مربوط به اثر متقابل تیمار اسیدجیبرلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پوتریسین صفرمیلی مولار می باشد(شکل ۳). پوتریسین با جلوگیری از تولید اتیلن، کاهش تنفس و به تأخیر انداختن پیری سبب جلوگیری از تجزیهٔ دیوارهٔ سلولی و در نتیجه باعث کاهش تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود و در اثر پایین بودن میزان رادیکال‌های آزاد نیاز سلول به مصرف اسید آسکوربیک کمتر شده و در نتیجه ویتامین ث در میوه حفظ می‌شود (۱۸). پوتریسین هم‌چنین با افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز و سایر آنزیم‌های حذف‌کننده رادیکال‌های آزاد در میزان آنتی اکسیدان محصولات مؤثر می‌باشد (۵).

تأثیر پوتریسین و اسید جیبرلیک بر موادجامد محلول، اسیدیته کل و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته کل

تیمار پوتریسین بر میزان مواد جامد محلول کل و اسیدیته کل اثر معنی‌داری نداشت که با نتایج زکائی و همکاران(۲۴) مطابقت دارد. اسید جیبرلیک در سطح احتمال ۱٪ برمیزان مواد جامد محلول اثر معنی‌دار داشت(جدول ۱) میوه‌های تیمارشده با اسیدجیبرلیک ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری میزان حداقل مواد جامد محلول را حفظ کردند(شکل۴). اسیدجیبرلیک در سطح احتمال ۵٪ نیز اثر معنی‌داری بر میزان



شکل۴. تأثیر اسید جیبرلیک بر میزان مواد جامد محلول



شکل۵. تأثیر اسید جیبرلیک بر میزان اسیدیته کل

اسیدیته کل داشت(جدول۱). به‌طوری‌که تیمار با اسید جیبرلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان اسیدیته را باعث شد (شکل۵). تیمار اسید جیبرلیک و پوتریسین تأثیر معنی‌داری بر نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته کل نداشت (جدول۱). در دوره بلوغ میوه‌ها میزان اسیدهای آلی کاهش می‌یابد. در انگور تیمار با اسید جیبرلیک باعث افزایش میزان اسید مالیک می‌شود(۱۶). اسیدهای آلی به‌عنوان یک منبع اندوخته انرژی میوه می‌باشند که در هنگام رسیدن با افزایش سوخت و ساز مصرف می‌شوند. بنابراین استفاده از عواملی که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن می‌شوند، به‌واسطه کاهش مصرف قندها، از کاهش اسیدهای آلی و افزایش مواد جامد محلول جلوگیری می‌کنند(۱۴). در مطالعات سودها و همکاران (۱۹)گزارش شده است که تیمار پس از برداشت میوه ساپوتا با اسیدجیبرلیک، تولید اتیلن و فعالیت پراکسیداز را کاهش و تبدیل نشاسته به قند را به تأخیر انداخته است. محلول‌پاشی اسید جیبرلیک ۱۷ روز قبل از برداشت بر روی نارنگی تانجرین میزان مواد جامد محلول را نسبت به شاهد کاهش داد و بر نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته کل اثر معنی‌داری نداشت که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد(۱۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که استفاده از اسید جیبرلیک سبب تأخیر تبدیل

کلروپلاست به کروموپلاست و هم‌چنین کاربرد پوتریسین از نرم شدن بافت میوه جلوگیری کرده و باعث حفظ کیفیت میوه می‌شوند، در مجموع در این پروژه تیمار قبل از برداشت توسط اسید جیبرلیک ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر و پوتریسین ۱ میلی‌مولار نتایج برتری را دارا بودند که برای استفاده قبل از برداشت در مرکبات توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

از تمامی کارکنان محترم مرکز تحقیقات کشاورزی شهید مقبلی جیرفت و کهنوج که در روند این پروژه صمیمانه همکاری داشتند، تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Asna Ashari, M and M. R. Zokai Khosroshahi. 2008.Postharvest technology and Physiology. first edition. Hamedan university Pub., Page 658.(In Farsi).
2. Asghari, M. 2006. Effect of salicylic acid on total antioxidant content, ethylene production and some quality and quantity traits of Strawberry fruit cv. Selva. PhD. Thesis, Tehran University, Tehran, Iran.(In Farsi).
3. Ayala-Zavala, J. F., S. H. Wang., C. Wang and G. González-Aguilar. 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technology and Biotechnology* 452: 166–173.
4. Cioroi, M. 2007. Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. *Cercetari Agronomicin Moldova* 1: 23- 27.
5. Das, K. C. and H. P. Misra. 2004. Hydroxyl radical scavenging and singlet oxygen quenching properties of polyamines. *Molecular and Cellular Biochemistry* 262:127-133.
6. Fisher R. L. and A. B. Bennett. 1991. Role of cell wall hydrolasesin fruit ripening. *Plant Physiology* 42: 675-703.
7. Khan, A. S., S. Zora and N. A. Abbasi. 2007. Pre-storage putrescine application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during low temperature storage in Angelino plum. *Postharvest Biology and Technology* 46: 36-46.
8. Khumalo, N. P. 2006. Factors affecting post storage quality of 'nules clementin' mandarin fruit with special reference to rind breakdown. PhD. Thesis. University of Stellenbosch. South Africa.
9. Malik, A. U., Z. Singh and A. Sattar Khan. 2005. Role of polyamines in fruit development, ripening, chilling injury, storage and quality of mango and other fruits. PP. 182-187. *In*: Proc.of Intl. Conf. on mango and Data Palm Culture and Export. University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
10. Malik, A. U. and Z. Singh. 2003. Exogenous application of putrescine effects mango shelf life and fruit quality. *Acta Horticulture* 628:121-127.
11. Martinez-Romero, D., M. Valero, M. Serrano, F. Burlo, A. Carbonell, A. Burbonell and F. Riquelme. 2000. Exogenous polyamines and gibberellic acid effects on peach (*Prunus persica* L.) storability improvement. *Journal of Food Science* 62(2):288-294.
12. Pranamorkith, T. 2009. Effects of post harvest treatments on storage quality of Lime (*Citrus latifolia* TANAKA) fruit. PhD. Thesis, Massey University, Newzealand.
13. Qadir. A and F. Hashinaga. 2001. Inhibition of postharvest decay of fruits by nitrous oxide. *Postharvest Biology and Technology* 22: 279–283.
14. Rahemi, M. 2005. Postharvest Physiology(Introduction on Physiology and Fruits,Vegetables and Ornamental Plants Transportation). 3rd ed., Shiraz Univ. Pub., Shiraz, page 437.(In Farsi).
15. Ritenour, M. A., M.S. Burton and T. Gregory. 2005. Effects of pre-or postharvest gibberellic acid application on storage quality of Florida 'FALLGLO' tangerines and 'RUBY' red grapefruit. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 118: 385-388.
16. Rusjan, D. 2010. Impacts of gibberellins (GA3) on sensorial quality and storability of table grape (*Vitis vinifera* L.). *Acta agreculture sovenica* 95:163-173.
17. Serrano, M., D. Martinez-Romero, M. Zuzunaga, F. Riquelme and D. Valero. 2004. Calcium, polyamine and gibberellin treatments to improve postharvest fruit quality. *Postharvest Treatment and Technology* 4: 55-68.
18. Smimoff, N. 1995. Antioxidant system and plant response to the environment. PP. 217-243 *In*: Smimoff N. (ed.), Environment and Plant Metabolism. Bios Scientific Pub. Oxford United Kingdom.
19. Sudha, R., R.Amutha, S. Muthulaksmi, W. Baby Rani, K. Indira and P. Marees Wari. 2007. Influence of pre and post harvest chemical treatments on physical characteristics of sapota (*Achras sapota* L.) var. PKM1. *Research journal of Agriculture and Biological Sciences* 3(5):450-452.

20. Tang, W. and R. J. Newton. 2004. Increase of polyphenol oxidase and decrease of polyamines correlate with tissue browning in Virginia pine (*Pinus virginiana* Mill.). *Plant Science* 67: 621-628.
21. Tiburcio, A. F., R. T. Besford and A. Borrella. 1994. Post translational regulation of arginine decarboxylase synthesis by spermine in osmotically stressed at leaves. *Biochemical Society Transactions* 22: 455- 465.
22. Valero, D., D. Martınez-Romeroy and M. Serrano. 2002. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. *Trends in Food Science and Technology* 13: 228–234.
23. Walden, A., A. Cordeirro and A. F. Tiburcio. 1997. Polyamines: small molecules triggering pathways in plant growth and development. *Plant Physiology* 113: 1009-1013.
24. Zokai Khosroshahi, M. R., M. Asna Ashari, A. Ershadi and A. Ahmadi. 2006. Effect of exogenous putrescine on postharvest life of Strawberry fruit (*Fragaria ananassa*) cv. Selva. *Agricultural Research: Water, Soil and Plant In Agriculture* 6(1):15-25 (In Farsi).