نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۴۸۶-۴۷۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 479-486
ISSN: 2008 - 4730

اثر تیمارهای داشت و پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر برخی فاکتورهای کیفی میوه سیب رقم 'گرانی اسمیت'

مصباح بابالار[1*]- آرزو عسگرپور[2]- محمد علی عسگری[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۰۵

چکیده

در این تحقیق اثر اسیدسالیسیلیک و پوتریسین هر کدام در چهار غلظت صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار بر روی ۱۶ درخت ۱۸ ساله سیب رقم 'گرانی اسمیت' (در مجموع ۴۸ درخت) مطالعه شد. اعمال تیمارها در سه نوبت به ترتیب، بلافاصله بعد از تمام گل، ۴۵ روز بعد از تمام گل و نیز ۱۱۶ روز بعد از تمام گل (۲ هفته قبل از برداشت) مه‌افشانی شدند. بعد از برداشت از هر تکرار سه الی چهار میوه انتخاب، و در تیمارهای ذکر شده به مدت ۳۰ دقیقه غوطه‌ور، بسته‌بندی و به سردخانه با دمای ۱±۰/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰- ۸۵ درصد منتقل شدند. نمونه‌ها با فاصله ۴۵ روز در ۵ مرحله از سردخانه خارج و میزان کاهش وزن، سفتی بافت، میزان مواد جامد قابل حل، اسیدیته، pH و شاخص طعم اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که با گذشت زمان درصد کاهش وزن نمونه‌های تیمار شده کمتر از نمونه‌های شاهد بودند با این حال سفتی و درصد اسیدهای آلی نمونه‌های تیمار شده بیشتر از شاهد بودند. سطوح ۱ و۲ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک و پوتریسین ۱ میلی مولارسفتی بیش‌تر و درصد کاهش وزن کمتری نسبت به شاهد نشان دادند ($p<0/05$). مقادیر اسیدهای آلی نیز در نمونه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیک ۲ میلی‌مولار به طور معنی‌داری بیش‌تر از نمونه‌های شاهد بودند ولی پوتریسین تأثیر معنی‌داری بر درصد اسیدهای آلی نداشت. مواد جامد قابل حل نمونه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک و پوتریسین با غلظت ۱ و ۲ میلی‌مولار در ابتدای آزمایش به طور معنی داری ($p<0/05$) کمتر از نمونه‌های شاهد بودند، در حالی‌که در مراحل پایانی مقادیر مواد جامد قابل حل بیش‌تر از شاهد بودند. فاکتورهای pH و شاخص طعم تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفتند.

واژه‌های کلیدی: محلول پاشی، اسیدسالیسیلیک، پوتریسین، سیب گرانی اسمیت

مقدمه

سیب یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی است که انبارمانی آن به طور روز افزون مورد توجه دست‌اندارکاران صنعت باغبانی قرار دارد. توانایی ماندگاری طولانی، عرضه طولانی مدت آن را در ماه‌های پس از برداشت میسر می‌سازد و حمل میوه به بازارهای دور دست و صادرات آن را ممکن می‌سازد. در نتیجه تولید مقدار بیشتر و با کیفیت بهتر این محصول و جلوگیری از ضایعات آن باعث بهبود وضعیت تغذیه و سلامتی جامعه می‌گردد (۵). در این میان یکی از زمینه‌های مهم کشاورزی و باغبانی تولید محصولات با کیفیت بالا برای مصرف تازه‌خوری و افزایش عمر نگهداری آن با کاربرد ترکیبات ارگانیک و بدون استفاده از سموم توجه زیادی را به خود جلب کرده است. استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار با گیاه، طبیعت و انسان در تولید و نگهداری محصول بدون استفاده از موا د شیمیایی خطرناک و مضر دارای ارزش غذایی و دارویی بالاتری نیز خواهد بود (۱). اسیدسالیسیلیک یک ترکیب طبیعی می‌باشد که گسترش، تقسیم و مرگ سلولی را تنظیم کرده، و در واقع بین رشد و پیری تعادل ایجاد می‌نماید (۱۱). هم‌چنین بدلیل داشتن گروه هیدروکسیل آزاد روی حلقه بنزوئیک اسید قادر به کلاته کردن فلزات می‌باشد، بنابراین با کلاته کردن آهن موجود در ACC اکسیداز موجب بلوکه کردن این آنزیم و در نهایت مهار بیوسنتز اتیلن می‌شود که مهار اتیلن باعث تأخیر در روند پیری می‌شود (۴). گزارش شده است که با فروبردن میوه‌های کیوی در محلول ۱ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک و انبار کردن آن‌ها سرعت نرم شدن به تأخیر افتاده بود و میوه‌ها در نهایت سفت‌تر از میوه‌های شاهد بودند، بین میزان اسیدسالیسیلیک داخلی میوه و

۱، ۲ و ۳ – به ترتیب استاد، دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
(*–نویسنده مسئول: Email:mbabalar@ut.ac.ir)

سفتی بافت آن درطی رسیدن و نرم شدن ارتباط مثبت معنی‌داری وجود دارد و همزمان با نرم شدن میوه اسیدسالیسیلیک درون میوه کاهش می‌یابد (۱۵). پلی‌آمین‌ها نیز گروه دیگری از ترکیبات طبیعی هستند که تیمار با آن‌ها باعث کاهش خسارت سرمازدگی ناشی از دمای پائین انبار از طریق حفظ سیالیت غشا و ثابت نگه داشتن نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع می‌شود که در نهایت باعث حفظ سفتی بافت میوه می‌شود، سفتی بافت میوه‌ها همبستگی مثبتی با غلظت‌های تیمار شده با پلی‌آمین‌ها دارد (۷). پلی‌آمین‌ها رسیدن میوه را با ممانعت از تولید آنزیم‌های ضروری برای سنتز اتیلن به تعویق می‌اندازند و از تولید و فعالیت اتیلن در شرایط مزرعه‌ای جلوگیری می‌کنند (۳). اثر تیمار پس از برداشت ۱ میلی‌مولار پوتریسین را روی میوه‌های لیمو در طی انبارمانی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بررسی کردند و گزارش کردند که میوه‌های تیمار شده سفتی بیشتر و پوست مقاوم‌تر داشتند و تغییر شکل آن‌ها کمتر بوده هم‌چنین تغییر رنگ آن‌ها در انبار (شاخص پیری) کم بوده است (۸). و نیز گزارش شده است که تیمار پس از برداشت ۱ میلی‌مولار پوتریسین بر هلوهای انبار شده در ۲ درجه سانتی‌گراد باعث شده که میوه‌های تیمار شده سفت‌تر و مقاوم‌تر به صدمه مکانیکی باشند و درجه تنفس در آن‌ها کم شده و فرایند رسیدن به تأخیر افتاده است (۹).

مواد و روش‌ها

انتخاب درخت‌ها و محلول‌پاشی اولیه

در نیمه اول اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰، ۴۸ درخت ۱۸ ساله میوه سیب گرانی اسمیت بعد از مرحله تمام گل به صورت فاکتوریل و طرح بلوک کامل تصادفی از مرکز تحقیقات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در منطقه محمد شهر استان البرز انتخاب شدند. محلول‌های اسیدسالیسیلیک و پوتریسین هر کدام در چهار غلظت صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار تهیه شدند و هر کدام با سه تکرار و در ۳ مرحله روی درختان محلول پاشی شدند. مراحل محلول پاشی به ترتیب بلافاصله بعد از تمام گل، ۴۵ روز بعد از تمام گل و نیز ۱۱۶ روز بعد از تمام گل (۲ هفته قبل از برداشت) بودند. میوه‌های سیب گرانی اسمیت در مرحله رسیدگی کامل روز آخر شهریور ماه برداشت و همان روز به آزمایشگاه دانشکده مهندسی علوم کشاورزی منتقل شدند. میوه‌ها بعد از بررسی شدن از لحاظ وضعیت ظاهری، عاری بودن از هر گونه بیماری و صدمات پوستی با در نظر گرفتن چهار میوه در هر تکرار تیمارهای زمان داشت در همان غلظت‌های یاد شده اسید سالیسیلیک و پوتریسین غوطه‌ور شدند، سپس درون ظروف یکبار مصرف با پوشش پلی اتیلنی بسته‌بندی شده و به سردخانه با دمای ۰/۵±۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰- ۸۵ درصد منتقل و به مدت ۶ ماه نگهداری شدند. نمونه‌های موجود در هر تیمار در هر مرحله از نمونه‌برداری با فاصله ۴۵ روز در ۵ مرحله (صفر، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵، ۱۸۰ روز بعد از ورود به سردخانه) در یک دوره ۶ ماهه ازسردخانه خارج و برای ایجاد شرایط مشابه خرده فروشی‌ها به مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق (۲۴ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت نسبی ۷۰ درصد قرار گرفته و سپس صفات کیفی و کمی زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند (۲).

درصد کاهش وزن

نمونه‌ها قبل از انتقال به سردخانه وزن شدند و در هر پنج مرحله از آزمایش، ۱۲ ساعت قبل از توزین از سردخانه خارج شدند و در دمای اتاق قرار گرفتند، سپس وزن شدند و درصد کاهش وزن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۲).

درصد کاهش وزن=۱۰۰ ×[وزن اولیه/ (وزن ثانویه – وزن اولیه)]

سفتی بافت میوه

در این تحقیق از هر تکرار سه میوه به طور تصادفی انتخاب و لایه نازکی از پوست در دو سمت مقابل هم کمی بالاتر از خط استوایی با قطر ۱ سانتی‌متر مربع جدا و سپس با استفاده از پنترومتر و فشار عمود به گوشت میوه میزان سفتی بافت بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع تعیین گردید. از اعداد به دست آمده برای هر میوه در نهایت با گرفتن میانگین یک عدد به دست آمد (۲).

اندازه‌گیری pH، درصد اسید قابل تیتراسیون (TA) و مواد جامد قابل حل (TSS)

۱۰ میلی‌لیتر از عصاره استخراج شده توسط آبمیوه‌گیری و صاف شده توسط کاغذ صافی بوسیله آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با قرار دادن pH متر دیجیتالی داخل این عصاره pH اندازه‌گیری شد. سپس عصاره با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۱ تا ۸/۳ تیتر شد و میزان اسیدیته میوه بر حسب اسید مالیک که اسید غالب میوه سیب می‌باشد با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$\%TA = ((V \times N \times MeqMA) / \mathrm{Y}) \times 100$$

که در آن TA اسیدیته نمونه بر حسب اسیدمالیک، V میلی‌لیتر سود مصرفی برای تیتراسیون، N نرمالیته سود مصرفی، Y میلی‌لیتر حجم نمونه یا وزن آن بر حسب گرم، Meq MA اکی والان اسید غالب سیب (اکی والان اسید مالیک=۶۷) می‌باشند. مواد جامد قابل حل توسط دستگاه رفرکتومتر دستی اندازه گرفته شد. به این صورت که چند قطره از عصاره حاصل را بر روی منشور دستگاه قرار داده و جلوی نور گرفته شد تا شکست نور و عدد حاصل از آن که معرف

درصد مواد جامد قابل حل است به دست آید (۷).

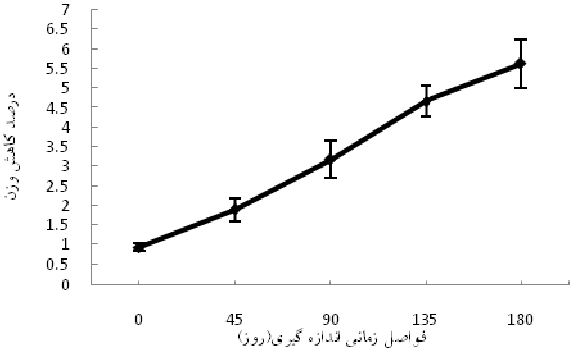
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای اصلی شامل تیمارهای اسیدسالسیلیک و پوتریسین هر کدام در چهار غلظت صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار بودند. داده‌ها پس از نرمال شدن با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با هم مقایسه شدند.

نتایج و بحث

وزن یکی از صفات مهم پس از برداشت می‌باشد، که هر چه میزان کاهش وزن در انبار کم‌تر باشد از لحاظ اقتصادی نگهداری میوه‌ها مقرون به صرفه می‌باشد، کاهش وزن عمدتاً به دلیل از دست دادن آب میوه‌ها می‌باشد و میوه‌هایی که آب خود را بیش از حد از دست دهند بازار پسندی و مشتری پسندی خود را از دست می‌دهند، از این‌رو تلاش برای حفظ وزن اولیه میوه‌ها در سردخانه از موارد مهم می‌باشد. همان‌طور که مشخص شده است، میزان کاهش وزن با گذشت زمان افزایش می‌یابد (شکل ۱). در مراحل اول آزمایش میزان کاهش وزن نسبت به مراحل انتهایی آن کم‌تر می‌باشد. در مرحله اول اندازه‌گیری‌ها آزمایش‌ها همان طور که دیده می‌شود نمونه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ۱ و ۲ میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش وزن کم‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد دارند. در مورد پوتریسین نیز مشاهد شد که نمونه‌های تیمار شده با هر سه غلظت ۰/۵، ۱، ۲ میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش وزن کمتری نسبت به نمونه‌های شاهد دارند، در مرحله دوم نمونه‌برداری با تیمار اسیدسالیسیلیک و پوتریسین ۱ و ۲ میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش وزن کم‌تری نسبت به شاهد را نشان دادند. در مرحله سوم با وجود اینکه روند مشخصی بین غلظت‌های اسیدسالیسیلیک دیده نشد ولی نمونه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ۲ میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش وزن کم‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد و سایر غلظت‌ها داشتند. در مورد پوتریسین نیز همان طور که در جدول ۱ مشخص است نمونه‌های تیمار شده با پوتریسین ۱ و ۲ میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش وزن کم‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد داشتند. در مرحله چهارم نیز نمونه‌های تیمار شده با هر سه غلظت اسیدسالیسیلیک و در مرحله پنج نیز نمونه‌های تیمار شده با دو غلظت ۱ و ۲ میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش وزن کم‌تری نسبت نمونه شاهد داشتند. در مورد پوتریسین نیز در هر دو مرحله چهار و پنج کم‌ترین کاهش وزن مربوط به غلظت ۲ میلی‌مولار و بیش‌ترین کاهش وزن مربوط به نمونه شاهد می‌باشد و بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دیده می‌شود (جدول ۱). گزارش‌ها نشان می‌دهد از آن‌جایی که کاهش وزن عمدتاً به دلیل تبخیر از سطح بافت گیاه بر اثر تعرق و تنفس میوه است، در نتیجه هر عاملی که بتواند از تنفس و تعرق جلوگیری کند سبب کاهش از دست دادن وزن میوه می‌شود. و چون اسید سالیسیلیک با دادن الکترون به رادیکال های آزاد از تنفس معمولی جلوگیری کرده و با ممانعت از مسیر طبیعی انتقال الکترون مسیر جایگزین تنفس را فعال می‌کند. در نتیجه می‌تواند در کاهش وزن موثر باشد (۱۴). گزارش شده است که درصد کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک و پوتریسین هر کدام با غلظت ۱ میلی‌مولار در میوه‌های خیار کمتر از نمونه‌های شاهد بوده است (۱۲). هم‌چنین میزان کاهش وزن در نمونه‌های سیب تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ۳ میلی‌مولار به طور معنی‌داری کم‌تر از نمونه‌های شاهد بوده است (۶).

سفتی بافت در میوه سیب یکی از مهم‌ترین خواص کیفی میوه سیب می‌باشد در نتیجه با حفظ این فاکتور در طی انبارمانی می‌توان بازار پسندی این میوه راحفظ نمود. با توجه به شکل ۲ میزان سفتی با گذشت زمان کم می‌شود.



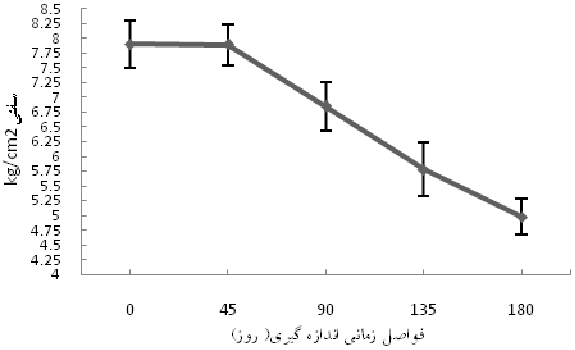
شکل ۱- روند تغییرات درصد کاهش وزن تر میوه سیب رقم گرانی اسمیت طی ۱۸۰ روز نگهداری در شرایط دمایی ۰/۵±۱ درجه سانتی گراد؛ روز صفر: اندازه گیری قبل از ورود نمونه ها به سردخانه

جدول ۱- مقایسه میانگین درصد کاهش وزن تازه (درصد آب) میوه سیب رقم گرانی اسمیت تحت تأثیر تیمارهای قبل و پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین طی ۱۸۰ روز نگهداری در شرایط دمایی ۰/۵±۱ درجه سانتی‌گراد

تیمار	سطوح (میلی مولار)	روز بعد از نگهداری				
		۰	٤٥	۹۰	۱۳۵	۱۸۰
اسید سالیسیلیک	۰	۱/۰۱۰^{b}	۲/۱۳۸^{b}	۳/۴۵۵^{bc}	۵/۱۶۱^{b}	۶/۲۳۷^{b}
	۰/۵	۰/۹۵۹^{ab}	۲/۰۸۹^{b}	۳/۶۲۳^{c}	۴/۶۰۰^{a}	۶/۰۳۳^{b}
	۱	۰/۸۹۳^{a}	۱/۷۳۰^{a}	۲/۹۹۱^{ab}	۴/۳۵۷^{a}	۴/۹۷۵^{a}
	۲	۰/۸۸۶^{a}	۱/۶۰۱^{a}	۲/۶۴۵^{a}	۴/۵۵۳^{a}	۵/۲۸۰^{a}
پوترسین	۰	۱/۰۲۶^{b}	۱/۹۱۸^{a}	۳/۵۹۱^{b}	۴/۹۴۳^{b}	۶/۱۹۹^{b}
	۰/۵	۰/۹۲۵^{a}	۲/۲۶۲^{b}	۳/۳۴۷^{ab}	۴/۷۹۳^{ab}	۵/۶۴۲^{ab}
	۱	۰/۸۹۹^{a}	۱/۷۹۱^{a}	۲/۹۳۶^{a}	۴/۴۸۵^{ab}	۵/۰۵۰^{ab}
	۲	۰/۸۹۷^{a}	۱/۵۸۷^{a}	۲/۸۲۰^{a}	۴/۴۵۱^{a}	۵/۶۳۳^{a}

با استفاده از آزمون دانکن اعدادی که دارای حروف مشابه‌اند تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند

در مرحله اول نمونه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلک تأثیرمعنی‌داری بر فرایند نرمی میوه نداشتند و بین نمونه‌های تیمار شده و نمونه‌های شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، در مورد تیمار پوتریسین نیز بین غلظت‌های مختلف تیمار روند مشخصی وجود ندارد ولی با وجود این میوه‌های تیمار شده با پوتریسین ۱ میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) سفتی بیش‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد دارند، در مرحله دوم نمونه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و پوتریسین ۱و ۲ میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) سفتی بیش‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد دارند. در مرحله سوم نیز هر سه غلظت و در مرحله چهار غلظت‌های ۱و ۲ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک نسبت به نمونه‌های شاهد به طورمعنی‌داری ($p<۰/۰۵$) سفتی بیش‌تری دارند ولی بین تیمارهای پوتریسین و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در مرحله پنج نیز بین نمونه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلک و نمونه‌های شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و در بین نمونه‌های تیمار شده با پوتریسین نیز روند مشخصی دیده نشد، ولی نمونه‌های تیمار شده با پوتریسین ۱میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) سفتی بیش‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد و نمونه‌های تیمار شده با پوتریسین ۰/۵ میلی‌مولار دارند (جدول ۲). هورمون اتیلن عامل فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کنندهٔ دیوارهٔ سلولی مانند پکتین‌متیل‌استراز، پلی‌گالاکتوروناز و سلولاز می‌باشد؛ اسید سالیسیلیک بدلیل داشتن گروه هیدروکسیل آزاد روی حلقه بنزوئیک‌اسید قادر به کلاته کردن فلزات می‌باشد، بنابراین با کلاته کردن آهن موجود در ACC اکسیداز موجب بلوکه کردن این آنزیم و در نهایت مهار بیوسنتز اتیلن و مانع نرم شدن میوه می‌شود. گزارش شده است که سفتی بافت میوه به میزان اسیدسالیسیلیک داخلی بستگی دارد. و با بالا بودن میزان اسیدسالیسیلیک سفتی میوه بیشتر می‌باشد (۱۵). بررسی‌های صورت گرفته روی پلی‌آمین‌ها نیز نشان داده است که مقادیر قابل توجهی از این ترکیبات توسط سلول‌ها جذب و به دیواره آن‌ها متصل می‌شود (۱۰). اثر پلی‌آمین‌ها در افزایش سفتی گوشت میوه را نیز می‌توان به اتصال آن‌ها به ترکیبات پکتیکی دیواره سلولی نسبت داد.



شکل ۲- روند تغییرات میزان سفتی بافت (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) میوه سیب رقم گرانی اسمیت طی ۱۸۰ روز نگهداری در شرایط دمایی ۰/۵±۱ درجه سانتی‌گراد؛ روز صفر: اندازه گیری قبل از ورود نمونه‌ها به سردخانه

جدول ۲- مقایسه میانگین میزان سفتی (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) بافت میوه سیب رقم گرانی اسمیت تحت تاثیر تیمارهای قبل از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین طی ۱۸۰ روز نگهداری در شرایط دمایی ۰/۵±۱ درجه سانتی‌گراد

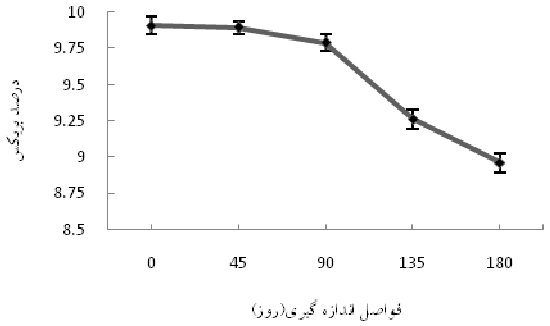
تیمار	سطوح (میلی مولار)	روز بعد از نگهداری				
		۰	٤٥	۹۰	۱۳۵	۱۸۰
اسید سالیسیلیک	۰	۷/۶۴۹^{a}	۷/۶۴۹^{a}	۶/۲۹۲^{a}	۵/۲۸۷^{a}	۴/۹۳۹^{a}
	۰/۵	۷/۷۴۶^{a}	۷/۶۴۲^{a}	۶/۷۹۱^{b}	۵/۷۱۳^{ab}	۴/۷۹۲^{a}
	۱	۸/۰۹۱^{a}	۸/۰۴۶^{ab}	۷/۰۶۹^{b}	۶/۱۵۰^{b}	۵/۱۵۶^{a}
	۲	۸/۱۴۱^{a}	۸/۲۳۶^{b}	۷/۲۴۸^{b}	۵/۹۸۵^{b}	۵/۰۵۱^{a}
پوترسین	۰	۷/۴۷۲^{a}	۷/۵۸۱^{a}	۶/۷۳۱^{a}	۵/۴۵۱^{a}	۴/۸۴۹^{a}
	۰/۵	۷/۷۲۶^{ab}	۷/۵۹۵^{a}	۶/۸۰۷^{a}	۵/۸۳۴^{a}	۴/۸۱۶^{a}
	۱	۸/۳۹۰^{c}	۸/۲۴۲^{b}	۷/۰۳۵^{a}	۵/۹۰۶^{a}	۵/۳۱۳^{b}
	۲	۸/۰۳۹^{bc}	۸/۱۵۶^{b}	۶/۸۰۹^{a}	۵/۹۴۴^{a}	۴/۹۶۰^{ab}

با استفاده از آزمون دانکن اعدادی که دارای حروف مشابه‌اند تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

این اتصال به ثبات و پایداری دیواره سلول منجر می‌شود هم‌چنین مانع از فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره از جمله پکتین‌متیل‌استراز و پلی‌گالاکتروناز می‌شود و نرم شدن میوه در انبار کاهش می‌یابد (۱۳). که احتمالاً این موارد باعث شده که پوتریسین به هنگام استفاده باعث حفظ سفتی میوه‌ها شود.

آنالیز آماری داده‌ها نشان می‌دهد که میزان مواد جامد قابل حل با گذشت زمان در ابتدا ثابت می‌باشد و به دنبال آن میزان مواد جامد قابل حل کاهش می‌یابد که احتمالاً به دلیل مصرف آن‌ها در فرایند تنفس می‌باشد (شکل ۳). جدول ۳ نشانگر تغییرات میزان مواد جامد قابل حل می‌باشد؛ همان طور که مشاهده می‌شود میزان مواد جامد قابل حل در سه مرحله اول آزمایش ها کم‌تر از نمونه‌های شاهد می‌باشد و با گذشت زمان میزان مواد جامد قابل حل کاهش یافته است که شاید به دلیل مصرف این مواد در طی تنفس می‌باشد، ولی همان‌طور که مشاهده می‌شود تیمارهای اعمال شده بر میوه در دو مرحله آخر مصرف این مواد را در جریان تنفس کم کرده‌اند که احتمالاً به دلیل جلوگیری از تولید و عمل اتیلن، و مصرف مواد جامد قابل حل در طی تنفس می‌باشد. در سه مرحله اول تمام غلظت‌های اسیدسالیسیلیک به طور معنی‌داری میزان TSS کم‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد دارند. در مرحله چهار اندازه‌گیری‌ها میزان TSS در تیمارهای ۱و ۲ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیش‌تر از شاهد و تیمار ۰/۵ میلی‌مولار می‌باشد. در مرحله پنج نیز تیمار ۲ میلی‌مولار به طور معنی داری TSS بیش‌تری نسبت به سایر تیمارها و شاهد دارد. که می‌توان نتیجه گرفت که اثر اسید سالیسیلیک بر میزان مواد جامد قابل حل می‌تواند وابسته به غلظت آن باشد. در مورد پوتریسین نیز در مرحله اول روند مشخصی بین غلظت‌ها مشاهده نمی‌شود ولی تیمار ۱ میلی‌مولار به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دارای TSS کم‌تری نسبت به شاهد است. در مرحله دوم نمونه‌برداری نیز هر سه غلظت پوتریسین به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) مواد جامد قابل حل کمتری نسبت به نمونه شاهد دارند. در مرحله سوم آزمایش غلظت ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دارای TSS کمتری نسبت به شاهد می‌باشد. ولی در مرحله چهار نمونه‌برداری میزان کاهش TSS در نمونه‌های شاهد بیش‌تر از نمونه‌های تیمار شده است به طوری‌که در نمونه ۱ میلی‌مولار پوتریسین به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) میزان TSS بیشتر از شاهد بوده است. درمرحله پنج آزمایش نیز نمونه‌های تیمار شده با ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین به طور معنی‌داری TSS بیش‌تری نسبت به شاهد داشته‌اند. همان‌طور که ذکر شد احتمالاً بیانگر مصرف کمتر آن‌ها در فرایند تنفس می‌باشد. در مرحله انتهایی آزمایش احتمالاً به دلیل بازدارندگی تیمارها از تولید اتیلن میزان تنفس و به دنبال آن میزان مصرف قندها کم شده است میزان مواد جامد قابل حل در میوه های تیمار شده نسبت به شاهد بیش‌تر می‌باشد.

اسید قابل تیتراسیون میزان اسیدهای آلی میوه‌ها را شامل می‌شود که در میوه سیب اسیدیته غالب اسید مالیک می‌باشد. اسیدهای آلی در مشخص کردن طعم میوه‌ها نقش بسزایی دارند و هرچه میزان اسیدیته در میوه‌ها بیش‌تر باشد طعم میوه‌ها ترش‌تر می‌باشد و در مورد میوه سیب گرانی اسمیت که طعم غالب آن ترش می‌باشد این فاکتور مهم است. اسیدهای آلی در طی انبار به دلیل مصرف آن‌ها در جریان تنفس کم می‌شوند و روند نزولی دارند (شکل ۴). همان‌طور که مشخص است تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در تمام پنج مرحله اندازه‌گیری دارای تأثیر معنی‌داری بر میزان اسیدهای‌آلی می‌باشد و نمونه‌های تیمار شده با این غلظت در هر مرحله دارای بیش‌ترین میزان اسید آلی نسبت به نمونه‌های شاهد و نمونه‌های تیمار شده با غلظت‌های ۱ میلی‌مولار می‌باشد و کم‌ترین میزان اسیدهای آلی در نمونه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار و شاهد می‌باشد.



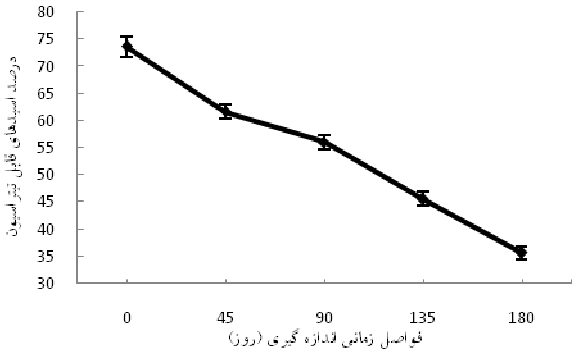
شکل ۳- روند تغییرات مواد جامد قابل حل (درصد بریکس) عصاره میوه سیب رقم گرانی اسمیت طی ۱۸۰ روز نگهداری در شرایط دمایی ۱±۰/۵ درجه سانتی گراد؛ روز صفر: اندازه گیری قبل از ورود نمونه ها به سردخانه

جدول۳- مقایسه میانگین میزان مواد جامد محلول (درصد بریکس) عصاره میوه سیب رقم گرانی اسمیت تحت تأثیر تیمارهای قبل و پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین طی ۱۸۰ روز نگهداری در شرایط دمایی ۱±۰/۵ درجه سانتی‌گراد

تیمار	سطوح (میلی مولار)	روز بعد از نگهداری				
		۰	٤٥	۹۰	۱۳۵	۱۸۰
SA	۰	۱۰/۹۷۵^{b}	۱۰/۶۱۷^{b}	۱۰/۷۳۳^{b}	۸/۷۶۷^{a}	۸/۶۱۷^{a}
	۰/۵	۹/۷۵۸^{a}	۹/۷۵۰^{a}	۹/۴۱۷^{a}	۸/۷۴۲^{a}	۸/۶۱۷^{a}
	۱	۹/۵۱۷^{a}	۹/۵۷۵^{a}	۹/۷۳۳^{a}	۹/۷۶۷^{b}	۸/۹۰۰^{a}
	۲	۹/۳۸۳^{a}	۹/۶۳۳^{a}	۹/۲۶۷^{a}	۹/۷۷۵^{b}	۹/۷۱۷^{b}
PU	۰	۱۰/۳۹۲^{b}	۱۰/۳۶۷^{b}	۱۰/۲۶۷^{b}	۸/۵۴۲^{a}	۸/۱۸۳^{a}
	۰/۵	۹/۹۲۵^{ab}	۹/۵۲۵^{a}	۹/۸۵۰^{ab}	۹/۱۷۵^{a}	۸/۸۳۳^{ab}
	۱	۹/۴۲۵^{a}	۹/۸۱۷^{a}	۹/۴۵۰^{a}	۱۰/۰۰۸^{b}	۹/۶۰۰^{b}
	۲	۹/۸۹۲^{ab}	۹/۸۶۷^{a}	۹/۵۸۳^{a}	۹/۳۲۵^{ab}	۹/۲۳۳^{b}

با استفاده از آزمون دانکن اعدادی که دارای حروف مشابه‌اند تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

در مورد تیمار پوتریسین نیز مشاهده می‌شود که این تیمار در مراحل نمونه‌برداری ۱، ۲، ۳ و ۵ از لحاظ آماری تأثیر معنی‌داری بر میزان اسیدهای آلی نداشت، ولی از لحاظ ریاضی میزان اسیدهای آلی در نمونه‌های تیمار شده با هر سه غلظت پوتریسین بیش‌تر از نمونه‌های شاهد می‌باشد. در مرحله ۴ اندازه‌گیری‌ها نیز بین نمونه‌های شاهد و نمونه تیمار شده با پوتریسین ۱ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) وجود داشت و نمونه‌های تیمار دارای اسیدهای آلی بیش‌تری نسبت به شاهد می‌باشند (جدول ۴). گزارش شده است که میزان اسیدیته در نمونه‌های سیب تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ۳ میلی‌مولار بیش‌تر از نمونه‌های شاهد بوده است که بیانگر بالا بودن میزان اسیدهای آلی در میوه‌ها می‌باشد که میزان زیاد اسیدهای آلی در میوه‌ها از فاکتورهای مهم کیفی می‌باشد (۱۲).



شکل ٤- روند تغییرات اسیدهای قابل تیتراسیون میوه سیب رقم گرانی اسمیت طی ۱۸۰ روز نگهداری در شرایط دمایی ۱±۰/۵ درجه سانتی گراد، روز صفر: اندازه گیری قبل از ورود نمونه ها به سردخانه

جدول ٤- مقایسه میانگین درصد اسیدهای آلی عصاره میوه سیب رقم گرانی اسمیت تحت تأثیر تیمارهای قبل و پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین طی ۱۸۰ روز نگهداری در شرایط دمایی ۰/۵±۱ درجه سانتی‌گراد

تیمار	سطوح (میلی مولار)	روز بعد از نگهداری				
		۰	٤٥	۹۰	۱۳۵	۱۸۰
اسید سالیسیلیک	۰	۶۷/۹۴۹[a]	۵۹/۵۱۸[a]	۵۲/۲۷۷[a]	۴۱/۹۹۵[a]	۳۲/۳۱۳[a]
	۰/۵	۶۶/۳۸۶[a]	۵۶/۷۲۷[a]	۵۳/۶۵۶[a]	۴۳/۴۳۸[a]	۳۱/۷۶۹[ab]
	۱	۶۷/۸۹۳[ab]	۶۳/۱۴۵[ab]	۵۶/۴۰۳[ab]	۴۶/۶۰۴[ab]	۴۰/۱۹۳[ab]
	۲	۷۵/۶۰۳[b]	۶۷/۲۴۸[b]	۶۱/۹۴۵[b]	۵۰/۱۰۵[b]	۳۸/۰۸۹[b]
پوترسین	۰	۶۷/۳۹۱[a]	۵۸/۷۴۱[a]	۵۳/۲۲۶[a]	۴۰/۰۴۱[a]	۳۱/۷۵۵[a]
	۰/۵	۷۵/۱۵۶[a]	۶۱/۸۴۴[a]	۵۴/۴۳۸[a]	۴۴/۴۴۳[ab]	۳۶/۳۴۸[a]
	۱	۶۸/۱۱۷[a]	۶۲/۷۹۴[a]	۵۹/۴۶[a]	۵۰/۵۶۰[c]	۳۸/۲۹۲[a]
	۲	۶۷/۱۶۸[a]	۶۳/۲۵۹[a]	۵۷/۱۵۷[a]	۴۷/۰۹۸[bc]	۳۵/۹۷۱[a]

با استفاده از آزمون دانکن اعدادی که دارای حروف مشابه‌اند تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

از آن‌جایی‌که تیمارها بر pH و شاخص طعم اثر نداشتند و اثر متقابل تیمارها نیز تأثیر معنی‌داری روی فاکتورهای اندازه‌گیری شده نداشتند، از نشان‌دادن داده‌های مربوطه خودداری شده است.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت که کاربرد اسید سالیسیلیک و پوتریسین در زمان داشت و سپس غوطه‌وری در این تیمارها قبل از انتقال میوه سیب رقم گرانی‌اسمیت به سردخانه توانسته است سبب جلوگیری از کاهش وزن میوه به همراه حفظ سفتی و میزان اسیدیته این محصول گردید و تیمارهای ۱ و ۲ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک و پوتریسین از بین غلظت‌های بکار برده شده تأثیر بسزایی در حفظ کیفیت این میوه داشته است.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی شماره۷۱۰۳۰۰۲/۶/۲۳ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است. نگارندگان مراتب سپاسگزاری خود را از معاونت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی و معاونت پژوهشی دانشگاه تهران تشکر دارند .

منابع

۱-اصغری م.، بابالار م.، طلایی ع.، و خسروشاهی ا. ۱۳۸۵. تأثیر استفاده از اسیدسالیسیلیک بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، تولید اتیلن و فرآیند پیری، آلودگی‌های قارچی و برخی صفات کیفی میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران. ۱۷۱ صفحه.

۲-اصغری مرجانلو ا.، مستوفی ی.، و زمانی ذ. ۱۳۸۶. مقایسه اثر نور UV-C و برخی از اسانس‌های گیاهی بر کیفیت پس از برداشت و کنترل پوسیدگی خاکستری توت فرنگی رقم سلوا. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه علوم باغبانی و گیاهپزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۳-زکائی خسروشاهی م.ر. و اثنی عشری م. ۱۳۷۸. اثر کاربرد پوترسین بر عمر پس از برداشت میوه‌های توت‌فرنگی، زرد آلو، هلو و گیلاس. نشریه علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی سال۱۲، ۲۱۹:۴۵-۲۲۸

۴-مظاهری تیرانی م.، منوچهری کلانتری خ. و حسیبی ن. ۱۳۸۷. مطالعه اثر متقابل اتیلن و سالیسیلیک‌اسید بر القاء تنش اکسیداتیو و مکانیسم‌های مقاومت به آن در گیاهان کلزا. زیست شناسی ایران جلد۳،۲۱: ۴۲۱-۴۳۲.

5-Harker F.R., Gunson F.A., and Jaeger S.R. 2003. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples: Review article. Postharvest Biology and Technology, 28:333-347.

6-Kazemi M., Aran M., and Zamani S. 2011. Effect of Salicylic acid Treatment on quality characteristics of apple fruit during storage. Plant physiology, 6(2):113-119.

7-Khan A.S., Singh Z., Abbasi N.A., and Swinny E.E. 2008. Pre or post-harvest application of putrescine and low temperature storage affect fruit ripening and quality of Angelino plum. Science of food and Agriculture, 88:1686-1695.

8-Martinez-Romero D., Valero D., Serrano M., and Riquelme F. 1999. Effects of postharvest putrescine and calcium

treatments on reducing mechanical damage and polyamines and ABA levels during lemon storage. Science of food and Agriculture, 79:1589–1595.

9-Martinez-Romero D., Valero D., Serrano M., Burlo F., Carbonell A., Burgos L., and Riquelme F. 2000. Exogenous polyamines and gibberellic acid effects on peach (*Prunus persica* L.) storability improvement. Food Science and Technology, 65:288–294.

10-Pistocchi R., Bagni N., and Creus J.A. 1987. Polyamine uptake in carrot cell cultures. Plant Physiology, 84:374 -380

11-Popova L., Pancheva T., and Uzunova A. 1997. Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. Plant Physiology. 23:85-93.

12-Ramin A.A., Honardan F., Alam Rajavi M., and Pour Shafiei Z. 2009 .Effects of exogenous polyamine, salicylic acid and ascorbic acid on postharvest longevity and quality of cucumber fruits. Abstracts Book, 6th International Postharvest symposium, 8-12 April, Antalya, Turkey.256 pages.

14- Raskin I. 1992b. Salicylates, a New Plant Hormone. Journal of Plant Physiology. 99:799-80315

13-Valero D., Martinez-Romero D., and Serrano M. 2002. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. Food Science and Technology, 13: 228-234.

15-Zhang Y., Chen K.S., Zhang S., and Ferguson I. 2003 .The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit postharvest Biology and Technology, 28:67-74.