اثر اسپرمین بر عمر ماندگاری و کیفیت میوه توت فرنگی رقم کاماروسا

مهران عبدی*[۱]، پژمان مرادی[۲]، وحید عبدوسی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، گرمسار، ایران

[۲] استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه، ایران

[۳] استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۱۸

چکیده

این تحقیق از خرداد تا مهرماه ۱۳۹۱ در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه آزاد واحد گرمسار به منظور یافتن تیماری جهت افزایش عمر ماندگاری توت فرنگی (*Fragaria annanasa*) انجام گرفت. برای این منظور میوه‌های توت فرنگی از گلخانه‌ای واقع در منطقه هشتگرد تهیه شدند و سریعاً به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در این راستا تأثیر غلظت‌های مختلف اسپرمین شامل صفر، ۰/۵، ۱، ۲ و ٤ میلی مولار را بر عمر پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بررسی شد. میوه‌ها در محلول‌های مورد نظر به مدت ۵ دقیقه غوطه ور شده و پس از خشک شدن به سردخانه با دمای ۵ درجه منتقل شدند. در روزهای اول، چهارم، هشتم و دوازدهم پس از شروع انبارداری، سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH آب میوه، کیفیت میوه و عمر انبارمانی اندازه گیری شد. استفاده از اسپرمین به طور معنی‌داری باعث افزایش عمر انباری و سایر صفات کیفی میوه توت فرنگی شد، به طوری که میوه‌های شاهد ۷ روز عمر انباری داشتند، درحالی که میوه‌های غوطه ور شده در محلول ۲ میلی اسپرمین، تا روز چهاردهم هنوز قابل عرضه به بازار بودند. استفاده از اسپرمین به طور معنی‌داری باعث حفظ سایر صفات کیفی میوه و به طور معنی‌داری از نرم شدن میوه طی انبارداری جلوگیری نمود. کمترین کیفیت میوه در تیمار شاهد بود به تدریج با افزایش غلظت پلی‌آمین تا ۲ میلی‌مولار کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها افزایش یافت و با افزایش بیشتر به ٤ میلی‌مولار کاهش مشاهده گردید. در مقایسه بین پلی‌آمین‌های مورد آزمایش اسپرمین نتایج ضعیف‌تری از خود نشان داد.

واژگان کلیدی: اسپرمین، پلی آمین‌ها، توت فرنگی، عمر پس از برداشت

مقدمه

توت فرنگی (*Fragaria annanasa*) اخیراً در زمره تولیدات مهم و تجاری قرار گرفته است. از ویژگی‌های مهم آن می‌توان به عطر، طعم وارزش غذایی آن اشاره نمود. همین موارد باعث گردیده جایگاه خود را در رژیم غذایی میلیون ها نفر در جهان پیدا کند. عوامل متعددی موجب خسارات محصولات باغبانی نظیر توت فرنگی می‌گردند که در این خصوص شروع پیری، افزایش تنفس و صدمات مکانیکی از مهمترین موارد هستند که حمله و توسعه قارچها را افزایش می‌دهند (راحمی، ۱۳۸٦).

پلی‌آمین‌ها از دسته کربوهیدرات‌های آلیفاتیک با وزن ملکولی کم، ساختار زنجیری هستند که دارای گروه‌های

*مسئول مکاتبه: mehranabdi@hotmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

ایمینو و آمینو[1] می‌باشند که در آپوپلاست[2]، غشا پلاسمایی، واکوئل‌ها، کلروپلاست و هسته سلول یافت می‌شوند (Galston et al., 1995). پلی‌آمین‌ها به‌عنوان دسته‌ای جدید از ترکیبات کنترل کننده رشد گیاهی و همچنین به عنوان پیغامبر ثانویه در نظر گرفته می‌شوند. این مواد در فرآیندهای فیزیولوژیک مهمی نظیر رویان زایی، تقسیم سلولی، ریخت زایی و نمو گیاه نقش دارند (Liu et al., 2006؛ Bais and Ravishankar, 2002). پلی‌آمین‌ها به‌صورت طبیعی در گیاهان وجود داشته و در شرایط تنش بیشتر تولید شده و موجب حفظ جوانی در گیاهان می‌گردند. شاید آنها یکی از مهمترین ترکیبات هستند که در تعیین کیفیت میوه دخالت دارد. مشخص شده است این ترکیبات در مرحله پس از برداشت میوه‌ها، سبزیجات و گل‌های بریده نقش مهمی در طول عمر و کیفیت ماندگاری این محصولات دارد و باعث به تعویق افتادن پیری می‌گردند (راحمی، ۱۳۸۷؛ کرمی و رستمی، ۱۳۸٦). گزارشات متعددی از تاثیر تیمار پلی‌آمین‌ها (پوتریسین، اسپرمین، اسپرمیدین) و نقش آن‌ها در فیزیولوژی میوه‌ها وسبزیجات و گل‌ها آمده است (Valero et al., 2000). کاربرد پلی‌آمین‌ها پس از برداشت جهت افزایش عمر انباری در مرکبات (Abu-kpawoh et al., 2002)، هلو (Valero et al., 1997)، انار (Mirdehghani et al., 2007) و زردآلوی ژاپنی (Paksasorn et al., 1995) گزارش شده است. کاربرد پلی‌آمین‌ها ۲۰ روز قبل از برداشت زردآلوی ژاپنی رسیدن را به تاخیر می‌اندازد. همچنین تیمار با پلی‌آمین‌ها قبل از برداشت، تغییرات اتیلن را پس از برداشت را نیز کاهش می‌دهد (Paksasorn et al., 1995).

امروزه مشخص شده است که پلی‌آمین‌ها فرآیند رسیدن و پیر شدن فرآورده‌ها را به تاخیر می‌اندازند. پیری آخرین مرحله از نمو میوه می‌باشد که جز جدایی ناپذیر از چرخه نمو میوه در گیاهان است (Sood and Nagar, 2008). پس از رسیدن میوه یکسری فرآیندهای اکسیداتیو در گیر می‌شوند که باعث تخریب ساختار دیواره سلولی و نرم شدن میوه می‌شوند (Sood and Nagar, 2008). اتیلن مهمترین عاملی است که موجب تحریک فرآیند پیرشدن فرآورده می‌شود. در حالی که اتیلن و پلی‌آمین‌ها اثرات متضادی در رسیدن و پیری دارند (Abu- Kpawoh et al., 2002, Valero et al., 1997). کاهش سطوح پلی‌آمین‌ها در ارتباط با افزایش تولید اتیلن است که تعادل بین مقدار بین این دو تنظیم کننده جهت تسریع یا تاخیر در فرآیندهای بسیار مهم و حیاتی گیاه موثر می‌باشد (Khan et al., 2008). ارتباط متضاد بین تولید اتیلن و پلی‌آمین‌ها به سبب مکانیسم رقابتی بیوسنتز این دو ماده می‌باشد که دارای پیش ماده مشترک SAM می‌باشند (Paksasorn et al., 1995; Sood and Nagar, 2008). بعد از برداشت میزان پلی‌آمین‌ها کاهش می‌یابند، با کاربرد پلی‌آمین‌ها پس از برداشت در میزان اتیلن کاهش می‌یابد (Khan et al., 2008)، که این تاثیر برای میوه‌های فرازگرا و نافرازگرا صدق می‌کند (Takahashi and Kakehi, 2010). پلی‌آمین‌ها از سنتز اتیلن در گیاهان جلوگیری نموده و از فعال شدن رونویسی ژن پلی گالاکتروناز که بعد از سنتز اتیلن صورت می‌گیرد، جلوگیری می‌کنند (Perez-Vicente et al., 2002). این عوامل تنها از نرم شدن میوه‌ها در شرایط پس از برداشت جلوگیری می‌نمایند، که فرآیند پیری را در مجموع کند می‌نمایند. به این ترتیب کیفیت میوه در شرایط انبار برای مدت بیشتری حفظ خواهد شد.

لذا در این تحقیق تلاش شد که واکنش رقم کاماروسا که یکی از ارقام جدید و با کیفیت است را در برابر اسپرمین ارزیابی کرد و از طرف دیگر در میان آنها بهترین نوع و غلظت برای افزایش عمر ماندگاری رقم کاماروسا را شناسایی کرد. در نهایت نتایج این

[1]. Imino and Amino
[2]. Apoplast

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق جهت استفاده تولید کنندگان و بازار رسانان دراختیار آنان قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

میوه توت فرنگی رقم کاماروسا از گلخانه ای واقع در هشتگرد کرج تهیه شد. دمای روز/شب گلخانه ۲۰/۲۵ درجه سانتی‌گراد بود و رطوبت محیطی در حد ۷۵-۵۰ درصد نگهداری می‌شد. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری ۲۵ تا ۳۰ روز پس از باز شدن گلها هنگامی که به حداکثر اندازه خود رسیده و ۵۰ تا ۸۰ درصد رنگ قرمز داشتند و در اوایل صبح برداشت شدند. میوه‌های سالم و یکنواخت انتخاب و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردیدند. میوه‌ها با غلظت‌های مختلف اسپرمین تیمارشدند. در این آزمایش ۵ غلظت از اسپرمین در نظر گرفته شد که شامل ۰/۵، ۱، ۲ و ٤ میلی‌مولار بود و تیمار شاهد نیز بدون کاربرد پلی‌آمین و تنها آب مقطر بوده است. تیمار از طریق غوطه‌ور نمودن میوه‌ها به مدت ۵ دقیقه در محلول‌های از پیش تهیه شده با آب مقطر ۱۸ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. میوه‌ها پس از انجام تیمار، از محلول خارج و برای آبگیری در سبدهایی ریخته شدند. پس از ۲۰ دقیقه، میوه‌ها که تقریباً خشک شده بودند، به ظروف دو لیتری منتقل و درب آن‌ها محکم بسته شد. ظروف در بسته حاوی میوه به یخچال با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند. صفات مورد نظر قبل از تیمارها و در روزهای ٤، ۸ و ۱۲ بعد از اعمال تیمارها اندازه گیری گردید (عبدالهی و اصغری، ۱۳۸۹).

برای اندازه گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر مدل MT-098P8A در دمای اتاق و بر حسب بریکس، استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان اسید میوه از روش تیتراسیون استفاده شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیترآب میوه دا خل ارلن ریخته شد و سپس ٦۰ میلی‌لیترآب مقطر به آن اضافه گردید. پس از اضافه کردن چند قطره فنل فتالین با سود ۰/۱ نرمال تا زمان تغییر رنگ ادامه یافت. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون با توجه به حجم سود مصرف شده بر حسب درصد اسید سیتریک محاسبه گردید (بهرامیان و جوانمرد، ۱۳۸۸).

آزمون سفتی بافت میوه با استفاده دستگاه پنترومتر Instron مدل H5K-S ساخت شرکت‌هانسفیلد برای تعیین مقدار نیروی لازم برحسب نیوتن برای نفوذ یک میله استوانه‌ای با قطر ۲ میلی‌متر به عمق یک سانتی‌متری درون بافت نمونه‌های توت فرنگی سنجیده و به‌عنوان ملاک سفتی بافت نمونه ها در نظر گرفته شد. در هر مورد ۳ نمونه انتخاب و میانگین سفتی بافت آنها به‌عنوان سفتی بافت هر تکرار از تیمار مورد آزمایش ثبت گردید (De Souza, et al,. 1999).

از هر تیمار سه میوه انتخاب و به کمک دستگاه آب میوه‌گیری آزمایشگاهی آب میوه استخراج و پس از صاف شده به کمک دستگاه pH متر دیجیتالی مقدار pH آب میوه قرائت و ثبت گردید. پایان دوره عمر انباری در زمانی در نظر گرفته شد که ۵۰ درصد از میوه‌ها دچار پلاسیدگی شدند و یا عوارض قارچی روی آن‌ها رشد نمود و در نتیجه محصول ویژگی‌های کیفی خود را از دست داد.

این تحقیق به صورت طرح کاملاً تصادفی (C.R.D.) با ۱۰ تیمار ۳ تکرار بود. پس از ثبت اطلاعات مورد نظر در نرم افزار Excel با استفاده از نرم‌افزار SAS و SPSS آنالیز داده‌ها انجام شد و مقیاس میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطوح آماری مختلف انجام گرفت.

نتایج

عمر انباری

همانطور که نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد در میان غلظت‌های مختلف اسپرمین در

Archive of SID

www.SID.ir

عمر انباری میوه توت فرنگی اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود دارد.

جدول ۱. تجزیه واریانس عمر انبارداری توت فرنگی تا زمان عرضه به بازار تحت تیمار غلظت و نوع پلی‌آمین

منابع تغییرات	درجه آزادی	عمر انباری تا زمان عرضه به بازار
غلظت پلی آمین	٤	٤٧/١٣**
خطا	٢٠	٠/٣٣
ضریب تغییرات	–	٥/٤٤

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و یک درصد، و عدم معنی‌دار بودن

بیشترین عمر انبارداری در غلظت ۲ میلی مولار با عمر انباری ١٤ روز بدست آمد که تمامی تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار دارد. با افزیش غلظت به ٤ میلی‌مولار عمر انبار کاهش یافت و به ١٢/٥ روز می‌رسد. در غلظت‌های کمتر از ۲ میلی‌مولار نیز عمر انباری بسیار کمتر است و کمترین میزان عمر انباری در تیمار شاهد مشاهد گردید که نزدیک به ۷ روز بوده است.

جدول ۲. مقایسه میانگین عمر انباری توت فرنگی تا زمان عرضه به بازار تحت تیمار غلظت پلی آمین

غلظت اسپرمین (میلی مولار)	عمر انباری تا زمان عرضه به بازار
٠	٧/٣٣٣٣e
٠/٥	٨/٥d
١	١٠/٥c
٢	١٤/١٦٦٧b
٤	١٢/٥a

سفتی بافت میوه

اثر غلظت پلی آمین بر سفتی بافت میوه در تمای روزهای اندازه گیری (٤، ٨ و ١٢ روز بعد از اعمال تیمارها) در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی توت فرنگی تحت تیمار غلظت و نوع پلی آمین در ٤، ٨ و ١٢ روز پس از انبارداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	سفتی	کیفیت میوه	درصد TSS	اسیدیته قابل تیتراسیون	pH آب میوه
		٤ روز پس از انبارداری				
غلظت اسپرمین	٤	٠/٥٣٩٥**	١٢/٢٧١٣**	٠/٨٨٢٣**	٠/٠٠١٤**	٠/٠١٧٧**
خطا	٢٠	٠/٠١٣٣	٠/٠١٥١	٠/٠٠٠٣	٠/٠٠٠١	٠/٠٠٠٢
ضریب تغییرات	–	٤/١٦	٠/٨٧	٠/٢٤	١/٢٥	٠/٣٧
		٨ روز پس از انبارداری				
غلظت اسپرمین	٤	٠/٦٩٧**	١٢/٢١١**	٠/٦٦٩**	٠/٠٠١**	٠/٠٣٨**
خطا	٢٠	٠/٠٠٧٣	٠/٠١٩٥	٠/٠٠٠٣	٠/٠٠٠٢	٠/٠٠٠٣
ضریب تغییرات	–	٣/٥	١/٠٣	٠/٢٧	١/٣٨	٠/٤٦
		١٢ روز پس از انبارداری				
غلظت اسپرمین	٤	٠/٩٨**	٢٠/٣٦**	١/٣٤**	٠/٠١**	٠/٠٤**
خطا	٢٠	٠/٠٣٤٠	٠/٠٢٣٩	٠/٠٠٠٣	٠/٠٠٠٢	٠/٠٠٠٢
ضریب تغییرات	–	٨/٠٨	١/٢٦	٠/٢٩	١/٥٣	٠/٤٣

*، ** و ns به‌ترتیب معنی دار در سطح ۵ و یک درصد، و عدم معنی دار بودن

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی توت فرنگی تحت تیمار غلظت اسپرمین

غلظت اسپرمین (میلی مولار)	سفتی		کیفیت میوه		درصد TSS		اسیدیته قابل تیتراسیون		pH آب میوه	
٤ روز پس از انبارداری										
۰	۲/۲٦۷	d	۱٤/۷٦۷	b	۷/٤۷۰	a	۰/۹۰۰	a	۳/٥٤۷	a
۰/٥	۲/۷٦۷	c	۱۲/۲۷۳	e	٦/۷۰٥	c	۰/۸٦۳	c	۳/٥۰۸	b
۱	۲/۹۱۷	ab	۱۳/۱٤۳	d	٦/۷۲۷	b	۰/۸۷۳	bc	۳/٤۸۸	c
۲	۳/۰٥۰	a	۱٥/۹٦٥	a	٦/٦۲۲	d	۰/۸۸۰	b	۳/٤۰۸	e
٤	۲/۸٥۰	bc	۱٤/۲۰۳	c	٦۸٥٦	c	۰/۸٦۲	c	۳/٤٤۳	d
۸ روز پس از انبارداری										
۰	۲/۰۳۳	d	۱۱/۹٥۲	d	٦/۸۰۳	c	۰/۹۱۷	a	۳/٦٤۳	a
۰/٥	۲/۳۰۰	c	۱۲/۸٤۷	c	٦/٥۱۸	b	۰/۸۹۸	b	۳/٦۰۲	b
۱	۲/۳۱۷	c	۱۲/۸۹۸	c	٦/۰۸۱	d	۰/۸۸۷	bc	۳/٥٥٥	c
۲	۲/۹۱۷	a	۱٥/٦۷۸	a	٦/٤٦٥	a	۰/۹۰۲	b	۳/٤۳۸	e
٤	۲/٦۳۳	b	۱۳/۹٦۳	b	٥/۸٥۳	e	۰/۸۷۷	c	۳/٥۱۳	d
۱۲ روز پس از انبارداری										
۰	۱/٦٦۷	c	۱۰/۰۸۰	e	٦/۳۲۰	a	۰/۸۸۰	d	۳/۷۱۳	a
۰/٥	۲/۲٥۰	b	۱۱/۱۸۳	d	٦/۱۱۲	e	۰/۹۰۲	c	۳/٦٦۷	b
۱	۲/۳٥۰	b	۱۱/۹۷۸	c	٥/۸۹٤	b	۰/۹۰۷	c	۳/٦۱۸	c
۲	۲/۸۰۰	a	۱٤/۸٥۰	a	٦/٤۱٥	c	۰/۹۳۸	b	۳/٥۱۲	e
٤	۲/۳۳۳	b	۱۳/۱۹۷	b	٥/۷۷۸	d	۰/۹۷۲	a	۳/٥٦٥	d

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی داری در سطح ٥ درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

در تمامی تیمارها با شروع انبارداری سفتی میوه به شدت کاهش یافت. این کاهش در تیمار شاهد که هیچ پلی‌آمینی در آن به کار نرفته است بسیار زیاد بود و این کاهش سفتی تا پایان روزهای آزمایش ادامه یافت و کمترین میزان کاهش سفتی در تیمار ۲ میلی‌مولار مشاهده می‌شود که شیب این کاهش و سرعت آن نسبت به سایر تیمارها بسیار کمتر بوده است. به نحوی که سفتی بافت میوه در روز اول آزمایش یعنی در زمان برداشت ۳/۲ نیوتن بوده و در روز دوازدهم یعنی روز پایانی ۲/۸ نیوتن بوده است در حالی که در تیمار شاهد سفتی بافت میوه در روز پایانی ١/٦٦ نیوتن بوده است که اختلاف آنها معنی‌دار است (جدول ٤).

کیفیت میوه

اثر غلظت اسپرمین بر کیفیت میوه در تمامی روزهای اندازه گیری (٤، ۸ و ۱۲ روز بعد از اعمال تیمارها) در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. همواره بالاترین کیفیت در تیمار ۲ میلی مولار در لیتر بوده است و کمترین کیفیت میوه در تیمار شاهد مشاهده می‌شود. کمترین میزان کاهش کیفیت در تیمار ۲ میلی مولار

Archive of SID

www.SID.ir

مشاهده می‌شود که شیب این کاهش و سرعت آن نسبت به سایر تیمارها بسیار کمتر بوده است. به نحوی که کیفیت بافت میوه در روز اول آزمایش یعنی در زمان برداشت نمره کیفی ۱۸/۱۲ را دریافت کرده است و در حالی که پس از گذشت ۱۲روز در انبار ۱٤/۸۵ بوده است. در حالی که در تیمار شاهد کیفیت میوه در روز پایانی ۱۰/۰۸ بوده است که اختلاف آنها معنی‌دار است (جدول ٤).

مواد جامد محلول در آب میوه (TSS)

اثر اسپرمین بر درصد TSS در تمامی روزهای اندازه‌گیری (٤، ۸ و ۱۲ روز بعد از اعمال تیمارها) در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳-۳). با توجه به مقایسه میانگین اثر غلظت پلی آمینها بر درصد TSS (جدول ٤) مشاهده می‌شود، همواره بالاترین درصد TSS در تیمار ۲ میلی مولار بوده است و کمترین درصد TSS آب میوه در تیمار شاهد مشاهده می‌شود.

در تمامی تیمارها با شروع انبارداری درصد TSS میوه کاهش یافت. این کاهش در تیمار شاهد که هیچ پلی‌آمینی در آن به کار نرفته است بسیار زیاد بود و این تغییرات TSS تا پایان روزهای آزمایش روند نزولی خود را با شدت زیادی ادامه داده است. به نحوی که میزان درصد TSS در روز آغازین ۷/٤۷ درصد بوده است اما در روز دوازدهم به ٦/۳۲ درصد کاهش یافته است هرچند که کمترین میزان TSS در تیمار ٤ میلی‌مولار مشاهده گردید. کمترین میزان کاهش TSS در تیمار ۲ میلی‌مولار مشاهده می‌شود که شیب این کاهش و سرعت آن نسبت به سایر تیمارها بسیار کمتر بوده است. به نحوی که درصد TSS میوه در روز اول آزمایش یعنی در زمان برداشت ۷/٤۲ درصد بودهاست و در حالی که پس از گذشت ۱۲ روز در انبار ۵ درجه سانتی گراد به ٦/٤۱۵ کاهش یافته است. این در حالی که نسبت به تمامی تیمارها از همه بیشتر بوده است که کارآمدی این تیمار را نشان می‌دهد (جدول ۳-٤). تیمار ۰/۵ میلی مولار با توجه به جلوگیری از افزایش مواد جامد محلول کارایی بیشتری داشت.

اسید قابل تیتر در آب میوه

اثر اسپرمین بر اسیدیته قابل تیتراسیون در تمامی روزهای اندازه گیری (٤، ۸ و ۱۲ روز بعد از اعمال تیمارها) در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. با توجه به مقایسه میانگین اثر غلظت اسپرمین بر اسیدیته قابل تیتراسیون (جدول ۳-٤) مشاهده می‌شود، همواره بالاترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه در تیمار ۲ میلی‌مولار بوده است و کمترین میزان اسید آب میوه در تیمار شاهد مشاهده می‌شود. با گذشت زمان اسید کاهش می‌یابد که علت آن مصرف اسید طی تنفس سلولی می‌باشد. روند این تغییرات در تیمار شاهد بسیار زیاد است و اسید به شدت کاهش می‌یابد. به‌طوری که میزان اسید از ۰/۹۱۲ درصد در روز برداشت به‌ترتیب ۰/۸۸٤، ۰/۸۵۳ و در نهایت به ۰/۸۱٤ درصد کاهش یافته است. در حالی که تا کاربرد تمامی اسپرمین ضمن اینکه اسیدکاهش نیافته و ثابت باقی مانده است در مواردی افزایش در میزان اسید قابل تیتراسیون میوه نیز مشاهده می‌شود. به طور خاص در تیمار اسپرمین با غلظت ۲ میلی مولار می‌توان مشاهده نمود که اسید آب میوه از ۰/۹۱۲ درصد در روز برداشت پس از گذشت ۱۲ روز ۰/۹۰٤ درصد است.

pH آب میوه

اثر اسپرمین بر pH آب میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به مقایسه میانگین اثر غلظت اسپرمین بر pH آب میوه (جدول ٤) مشاهده می‌شود، همواره بالاترین میزان pH آب میوه در تیمار ۲ میلی مولار در لیتر بوده است و کمترین میزان pH آب میوه در تیمار شاهد مشاهده می‌شود. با دقت بر

Archive of SID

www.SID.ir

روند تغییرات pH آب میوه طی روزهای انبار داری مشاهده می‌شود تقریباً در تمامی تیمارها روند افزایشی با گذشت زمان قابل مشاهده است. این افزایش در تیمار شاهد از همه بیشتر بوده است به نحوی که pH آب میوه که در روز اول (زمان برداشت) ۳/٤۳ بوده است با روند افزایشی در روز دوازدهم به ۳/۹۵ رسیده است. کاربرد اسپرمین توانسته سرعت این روند افزایشی را کاهش دهد. با فزایش غلظت مشاهده می‌شود در روزهای اول آزمایش pH آب میوه حتی از روز برداشت نیز کمتر می‌شوند اما با گذشت زمان روند افزایشی آغاز می‌گردد. کمترین دامنه تغییرات در تیمار ۲ میلی مولار در لیتر پلی آمین می‌باشد. به‌طوری‌که با گذشت زمان pH آب میوه کاهش و از روز ٤ روند افزایش دارد اما شدت این افزایش به قدری کم است که در روز دوازده به مقدار بسیار کمی از زمان برداشت بیشتر بوده و ۳/٤۸ است.

بحث

در این پژوهش عمر انباری میوه توت فرنگی با کاربرد اسپرمین افزایش یافت. این نتایج با نتایج عبدالهی و اصغری (۱۳۸۹) مطابقت دارد. آنها در تحقیقات خود غلظت‌های مختلف پوترسین را روی سایر ارقام توت فرنگی مورد بررسی قرار دادند و در نهایت بهترین غلظت را ۲ میلی‌مولار گزارش کردند. با توجه به اینکه بیوسنتز اتیلن و پلی‌آمین‌ها از نظر پیش ماده تیو آدنوزیل متیونین مشترک بوده و این دو ترکیب در رسیدن و پیری عمل می‌کنند و تعادل بین این دو تنظیم کننده رشد در تسریع یا کند نمودن فرآیندهای رسیدن و پیری نقش تعیین کننده دارد.

غلظت پلی‌آمین‌ها طی پیری محصول کاهش می‌یابد و این کاهش، از طریق تحریک آنزیم ACC – سینتاز باعث تشدید تولید اتیلن می‌شود (Khan et al., 2008; Takahashi et al., 2010). کاهش سطوح پلی آمین هاحساسیت بافت محصول به اتیلن را افزایش می‌دهد. به همین ترتیب ممکن است پلی‌آمین‌ها برای ممانعت از تظاهر ژن انزیم ACC– سینتاز و بنابراین برای جلوگیری از تولید اتیلن در بافت‌ها و اندام‌های در حال نمو مورد نیاز باشند. آن دسته از میوه‌های گوجه فرنگی که دارای سطوح بالایی از پلی‌آمین‌ها هستند، سطوح پایین‌تری از اتیلن را تولید کرده و عمر پس از برداشت طولانی تری دارند. اگرچه بنظر نمی‌رسد این رابطه یک مکانیسم کلی در همه میوه‌ها باشد، این دو گروه از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در جهت متضاد عمل کرده و اغلب نقش تعیین کننده در متوقف سازی شروع رسیدن میوه و یا تحریک و به راه‌اندازی این فرایند دارند (Sood and Nagar, 2008).

ویژگی‌های کیفی میوه‌ها در تیمار اسپرمین برای مدت بیشتری حفظ گردید. این نتایج با نتایج عبدالهی و اصغری (۱۳۸۹) مطابقت دارد. اثر پلی‌آمین‌ها در افزایش سفتی میوه را می‌توان به اتصال آنها به گروه کربوکسیلی (COO^-–) ترکیبات پکتیکی در دیواره سلولی نسبت داد. این اتصال به ثبات و پایداری دیواره منجر می‌شود که بلافاصله پس از تیمار قابل تشخیص است. این اتصال مانع از فعالیت آنزیمهای تجزیه کننده دیواره از جمله پکتین متیل استراز، پکتین استراز و پلی گالاکتروناز می‌شود و میزان نرم شدگی میوه طی انبارداری کاهش می‌یابد(Liu et al., 2008). افزایش سفتی بافت میوه توسط پلی‌آمین‌ها نظیر کاربرد تر کیبات کلسیمی است. که به دلیل توانایی مشابه آنها برای باند شدن با دیواره‌ها و غشای سلولی باشد. مشاهده گردیده که پلی آمین‌ها از نظر توانایی برای باند شدن با پکتین جدا شده از میوه و به تأخیر انداختن پیری و کند نمودن نرم شدن میوه همانند کلسیم عمل می‌کنند. از طرف دیگر کاربرد برون زاد پلی‌آمین‌هاباعث کاهش سیالیت غشاءها از طریق اتصال پلی آمین‌ها با لیپید آنها می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

(Xu et al., 2009). اثرات تیمارهای اسپرمین بر مجموع موا د محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و pH آب میوه با نتایج سایر نتایج محقیقن همخوانی دارد. به طوری که در این تحقیق کاربرد اسپرمین به غلظت ۲ میلی‌مولار نتایج مطلوبی را نشان داده‌است. سایر محققیقن نیز این غلظت را برتر گزارش کرده‌اند هر چند که ارقام مورد تحقیق متفاوت بوده است در این راستا می‌توان به نتایج عبدالهی و اصغری (۱۳۸۹) اشاره کرد.

وجود اسیدهای آلی همراه قند اثر مهمی بر طعم میوه دارد. و نسبت بین قند و اسیدهای آلی عامل تعیین‌کننده ای در طعم میوه است. افزایش شیرینی میوه‌های رسیده تا اندازه ای مربوط به تجزیه اسیدهای آلی و افزایش نسبت قند به اسید است. تعداد زیادی از اسیدهای آلی در بافتهای گیاهی وجود دارند. مقدار این اسیدها معمولاً بیش از اندازه مورد نیاز در چرخه کربس و سایر چرخه‌های متابولیکی است و معمولاً زیادی آن در واکوئل به شکل آزاد یا به شکل نمک پتاسیم ذخیره می شود. مقدار اسیدهای آلی پس از برداشت به سرعت کاهش می‌یابد. علت کاهش اسیدیته در هنگام رسیدن و یا در دوران پس از برداشت شرکت اسید در تنفس یا تبدیل آن به قند است. با توجه به اینکه پلی آمین‌ها تنفس را به شدت کاهش‌می دهند، عدم کاهش اسیدیته میوه در میوه‌های توت‌فرنگی تیمار شده با پلی آمین‌ها منطقی به نظر می‌رسد (Takahashi et al., 2010). در این صفت نیز اسپرمین ۲ میلی‌مولار بالاترین کارایی را داشته است.

رابطه اسیدیته قابل تیتراسیون با درصد pH آب میوه معکوس است نتایج این تحقیق نیز این اصل را تأیید می‌کند. همانطور که گفته شد طعم میوه مربوط به نسبت قند به اسید است. هنگام رسیدن میوه تقریباً تمام نشاسته به قند تبدیل می‌شود. این تبدیل دارای دو اثر مهم است: یکی شیرین شدن و دیگری نرم شدن بافت میوه. با هیدرولیز نشاسته میزان قند بالا می‌رود که این امر در اغلب میوه‌ها در زمان رسیدن و در دوران پس از برداشت مشاهده می‌شود. تجزیه نشاسته توسط آنزیمهای فسفوریلاز و یا آمیلاز انجام می‌گیرد. افزایش این آنزیم‌ها هنگام رسیدن در برخی میوه‌ها دیده می‌شود. میوه رسیده در طول نگهدای و در اثر تنفس مقداری از قند و شیرینی خود را از دست می‌دهد. پلی‌آمین‌ها با اثر بر تنفس و کاهش آن از یک طرف و جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده نشاسته یعنی آمیلاز و فسفوریلاز از تبدیل قند به نشاسته ممانعت کرده و موجب جلوگیری از افزایش آن می‌گردند (Sood and Nagar, 2008). لذا میوه‌های تیمار شده مجموع مواد جامد محلول و قند کمتری داشته لذا سفت تر بوده و عمر انباری بیشتر نیز دارند.

نتیجه‌گیری نهایی

در مجموع از آنجایی که پلی آمین‌ها ترکیباتی طبیعی در گیاه بوده و گیاهان در برخورد با تنش‌ها و جلوگیری از پیری از این ترکیبات استفاده می‌کنند لذا کاربرد آنها به‌صورت برون زاد پس ازبرداشت محصول مشکلی نخواهد داشت. با توجه به نتایج این تحقیق و مطالعه تحقیقات گذشت در این راستا می‌توان کاربرد اسپرمین را در افزایش عمر پس از برداشت میوه توت فرنگی توصیه نمود در این خصوص با توجه به جمیع جوامع کاربرد اسپرمین با غلظت ۲ میلی‌مولار پس از برداشت و نگهداری آن در سردخانه توصیه می‌شود.

منابع

بهرامیان، ف. و جوانمرد، م. (۱۳۸۸). ماندگاری برش‌های خربزه پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر در شرایط سرد. مجله علوم تغذیه و و صنایع غذایی ایران. سال پنجم، شماره ۲. صفحات ۲۵-۱۸.

Archive of SID
www.SID.ir

راحمی، م. (۱۳۸٦). فیزیولوژی پس از برداشت. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه، سبزیها و گیاهان زینتی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۵۹ صفحه.

عبدالهی، ر. و اصغری، م.ر. (۱۳۸۹). تاثیر نیتریک اکسید و پوترسین برخواص کیفی و عمر پس ازبرداشت میوه توت فرنگی رقم سلوا. مجله پژوهش صنایع غذایی. جلد سوم، شماره ۱. صفحات ۱۹۰-۱۷٦.

کرمی، ف. و رستمی، ا. (۱۳۸٦). بررسی روش‌های کاهش ضایعات در توتفرنگی دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. صفحات ۳۳۵-۳٤۵.

Abu-Kpawoh, J.C., Xi, Y.F., Zhang, Y.Z. and Jin, Y.F. (2002). Polyamine accumulation following Hot-water dips influence chilling injury and decay in friar plum fruit, Food Chemistry and Toxicology. pp. 2653-2649.

Bais, H.P., and Ravishankar, G.A. (2002). Role of polyamines in the ontogeny of plants and their biotechnological applications. Plant Cell Tissue and Organ Culture. 69: 1-34.

De-Souza, A.L.B., Scalon S.D.Q., Chitarra M.I. F. and Chitarra A.B. (1999). Postharvest application of CaCl2 in strawberry fruits (*Dragaria ananassa* Dutch cv. Sequóia). Evaluation of fruit quality and postharvest life. Ciênc. Eagrotec, lavras. 23(4): 841-848.

Galston, A.W., Kour-Sawhney, R., Altabella T. and Tiburcio, A.F. (1997). Plant polyamines in reproductive activity and response to abiotic stress. Acta Botanica, 110: 197-207.

Khan, A.S., Singh, Z., Abbasi, N.A., Swinny, E.E. (2008). Pre or post-harvest application of putrescine and low temperature storageaffect fruit ripening and quality of Agelino plum, Journal of the Science of food and Agriculture. 88: 1687-1695.

Liu, J.H., Honda, C. and Moriguchi, T. (2006). Involvement of polyamine in floral and fruit development. Japan International Research Center of Agricultural Science. 40: 51–58.

Liu, X., Liao, M., Deng, G., Chen, S., Ren, Y. and Liu, W. (2008). Changes in endogenous hormones and polyamines of fruitduring growth and development of pear fruit. World Journal of AgriculturalSciences. 4(1):3-14.

Mirdehghan, H., Rahemi, M., Castillo, S., Martinez, RD., Serrano, M. and Valero, D. (2007). Pre-storage application of polyamines by pressure or immersion improves shelf life of pomegranate stored at chilling temperature by increasing endogenous polyamine levels. Postharvest Biology and Technoogyly. 44: 26-33.

Paksasorn, A., Hayasaka, T., Matsui, H., Ohara, H. and Hirata, N. (1995). Relationship of polyamine content to ACC content and ethylene evolution in Japanese apricot fruit. Journal of the Japanese Society of Horticultural Science 63: 761–766.

Perez-Vicente A., MartÌnez-Romero, D., Carbonell, A., Serrano M., Riquelme F., GuillÈn F. and Valero D. (2002). Role of polyamines in extending shelf life and the reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* Lindl.) storage. Postharvest Biology and Technology, 25:25-32.

Sood, S. and Nagar, P.K. (2008). Post-harvest alteration in polyamins and ethylene in two diverse rose species Acta physiology plantarum. 30: 243-248.

Takahashi, T. and Kakehi, J.I. (2010). Polyamine: Ubiquitous polycations with unique roles in growth and stressresponses, Annals of Botany. 105:1-6.

Valero, D., Martinez-Romero, D. and Serrano, M. (2002). The role of polyamines in the improvement of shelf life of fruits. Trends in Food Science andTechnology.13: 228-234.

Xu, T., Li T. and Qi M. (2009). Analysis of calcium content, hormones and degrading enzymes in tomato pedicel explants during calcium-inhibited abscission. Agricultural Science of China, 5: 556-563.

Archive of SID

www.SID.ir