

اثر کاربرد پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی (*Fragaria×ananassa*) رقم سلوا

The Effects of Salicylic acid and Putresine Post-harvest Application on Some Quantitative and Qualitative Traits of Strawberry (*Fragaria×ananassa*), cv. Selva

محمد رضا اصغری^۱، فرهاد اصغری^۲ و جواد فرخی^{۳*}

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۱۳

چکیده

اثر اسیدسالیسیلیک و پوتریسین هر یک در غلظت‌های ۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار بر عمر پس از برداشت و کیفیت میوه‌های توت‌فرنگی رقم (سلوا) پس از ۱۴ روز نگهداری در سردخانه با دمای ۵/۰±۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۵ درصد مورد مطالعه قرار گرفت. پوسیدگی میوه‌ها، کیفیت ظاهری و بازارپسندی، pH، میزان اسیدهای آلی کل، میزان مواد جامد محلول کل، میزان اسیدآسکوربیک، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل و فنول کل عصاره میوه پس از ۱۴ روز مورد ارزیابی قرار گرفت. کاربرد اسیدسالیسیلیک و پوتریسین هم‌به‌صورت ساده و هم در ترکیب با یکدیگر به‌صورت اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر، پوتریسین در غلظت ۱ میلی‌مول در لیتر و نیز ۱ میلی‌مول در لیتر اسیدسالیسیلیک در ترکیب با ۲ میلی‌مول در لیتر پوتریسین به‌طور معنی‌داری باعث کاهش میزان پوسیدگی و حفظ کیفیت میوه‌ها در پایان مدت نگهداری گردید. استفاده از اسیدسالیسیلیک و پوتریسین اثر معنی‌داری بر صفات مورد اندازه‌گیری داشت و باعث حفظ pH و میزان مواد جامد محلول گردید. همچنین باعث حفظ اسیدیته کل، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل گردید.

واژه‌های کلیدی: عمر پس از برداشت، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، پلی‌آمین‌ها، کیفیت ظاهری

۱. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه

۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی خوی، ارومیه

۳. کارشناسی ارشد علوم باغبانی، جهاد دانشگاهی اردبیل، اردبیل

Email: javadfarrokhi2012@yahoo.com

* نویسنده مسئول

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی (*Fragaria×ananassa*. Duck) یکی از مهم‌ترین میوه‌های نافرزاگرا است. میوه توت‌فرنگی از ۹۰ درصد آب، ۷ درصد قند، ۰/۶ درصد پروتئین، ۲ درصد فیبر، ۹۰-۴۰ میلی‌گرم ویتامین ث در ۱۰۰ گرم وزن تازه و مقادیر اندکی از سایر ویتامین‌ها تشکیل شده است (<http://www.ars.usda.gov>). میوه توت‌فرنگی باید در زمان بلوغ کامل که از حداکثر کیفیت ظاهری (از لحاظ تردی، رنگ، نداشتن پوسیدگی یا ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی)، بافت (از لحاظ سفتی و آبداربودن)، عطر و بوی مطلوب و ارزش تغذیه‌ای (از لحاظ ویتامین‌ها، عناصر معدنی، فیبرهای خوراکی) برخوردار باشد، برداشت گردد. پوسیدگی‌های بعد از برداشت از عوامل اصلی از بین رفتن میوه‌ها و سبزیجات برداشت شده می‌باشند (جانی سویز و کورستن^۱، ۲۰۰۲). اساسی‌ترین و مؤثرترین راه برای کنترل پوسیدگی در محصولات برداشت شده استفاده از قارچ‌کش‌های مصنوعی (سنتتیک) می‌باشد اما نگرانی‌های بین‌المللی برای استفاده از این ترکیبات وجود دارد. زیرا دارای اثرات زیان‌بار بر سلامتی انسان و محیط‌زیست بوده و امکان ایجاد مقاومت در قارچ‌ها نسبت به قارچ‌کش‌ها نیز وجود دارد. از این‌رو گرایش جهانی زیادی به استفاده از ترکیبات سالم و طبیعی به جای استفاده از قارچ‌کش‌های مصنوعی به وجود آمده است (بوتیستا بانوس^۲ و همکاران، ۲۰۰۶؛ اکرت و اگاوا^۳، ۱۹۹۸ و هولمز و اکرت^۴، ۱۹۹۹). اسیدسالیسیلیک یک ترکیب فنولی ساده است که در بسیاری از فرآیندهای رشدونمو گیاهی دخالت می‌کند (آرنائو^۵ و همکاران، ۱۹۹۶ و اصغری^۶ و همکاران، ۲۰۱۰). فی‌ون^۷ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که اسیدسالیسیلیک موجب تجمع mRNA فنیل‌آلانین‌آمونیاپاز و سنتز فنیل‌آلانین‌آمونیاپاز و افزایش فعالیت آن می‌گردد که این پروتئین نیز سبب فعال شدن سیستم دفاعی گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا می‌شود. ممکن است اسیدسالیسیلیک عامل فعال کردن سیستم مقاومت القایی در گیاهان باشد. اسیدسالیسیلیک در غلظت مشخص میزان تنفس را در گیاهان و میوه‌های برداشت شده توت‌فرنگی کاهش می‌دهد. کاهش در فعالیت متابولیکی منجر به کاهش اتلاف آب

و کاهش تنفس و نهایتاً منجر به تأخیر در پیری می‌شود (اصغری و همکاران، ۲۰۱۰؛ بابالار^۸ و همکاران، ۲۰۰۷). ثابت شده است که تیمار میوه‌های موز با اسیدسالیسیلیک منجر به کاهش میزان تنفس و تأخیر در شروع نقطه اوج نافرزاگرایی می‌شود که میزان این اثر به غلظت اسیدسالیسیلیک بستگی دارد (سریوستاو و دیوید^۹، ۲۰۰۰). ردی^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که محلول پاشی قبل از برداشت گیاهان توت‌فرنگی با اسیدسالیسیلیک میزان آلودگی میوه‌ها به کپک خاکستری را در طی نگهداری میوه‌ها کاهش می‌دهد. هاشمی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که کاربرد تلفیقی تیمارهای اسیدسالیسیلیک و اسانس‌های گیاهی میخک و آویشن نسبت به کاربرد اسانس‌های گیاهی به‌تنهایی تأثیر بیشتر و نسبت به کاربرد اسیدسالیسیلیک به‌تنهایی تأثیر کمتری در کاهش آلودگی‌های قارچی توت‌فرنگی رقم سلوا داشت. به‌عبارت دیگر کاربرد اسیدسالیسیلیک به‌تنهایی تأثیر کمتری در کاهش آلودگی‌های قارچی داشت. در مطالعه دیگری در مورد تأثیر نیکل و اسیدسالیسیلیک بر رشد رویشی و زایشی توت‌فرنگی رقم پاجرو، نتایج نشان داد که اسیدسالیسیلیک در نرخ ۲ میلی‌مولار باعث افزایش وزن تازه ریشه و شاخساره، تعداد گل آذین‌ها و میوه‌ها، غلظت نیتروژن میوه و عملکرد گردید. بهترین نتایج وقتی به‌دست آمد که اسیدسالیسیلیک به‌همراه نیکل به‌کار رفت (جمالی و همکاران، ۱۳۹۰). پلی‌آمین‌ها مانند پوتریسین، اسپریمین و اسپرمیدین گروه جدیدی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که در همه ارگانسیم‌های زنده وجود دارند و در بسیاری از فرآیندهای رشدونمو نقش دارند (مارتین تانگو^{۱۱}، ۲۰۰۱). پلی‌آمین‌ها در pH‌های فیزیولوژیکی به‌صورت کاتیون‌اند که این خاصیت پلی‌کاتیونی بودن آنها از خواص مهم در فعالیت‌های فیزیولوژیکی محسوب می‌شود. از اثرات اصلی آن‌ها در میوه‌ها می‌توان به تأخیر در تغییر رنگ، افزایش سفتی میوه، تأخیر در تولید اتیلن و کاهش تنفس، القاء مقاومت به بیماری‌ها و کاهش علائم سرمازدگی اشاره کرد (گالستون و ساونی^{۱۲}، ۱۹۹۰). اثرات مثبت کاربرد پلی‌آمین‌های برون‌زاد در حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت در میوه‌های مختلفی گزارش شده است که می‌توان به مواردی مانند: بررسی تأثیر پوتریسین بر عمر انباری و کیفیت پس از برداشت گیلاس، زردآلو و هلو (زکائی خسروشاهی و

1. Korsten and Janisiewicz
2. Bautista-Banos
3. Eckert and Ogawa
4. Holmes and Eckert
5. Arnao
6. Asghari
7. Fei Wen

8. Babalar
9. SerioStave and David
8. Reddy
11. Martin-tanguy
12. Galston and Sawhney

میوه‌ها به سردخانه با دمای $5 \pm 0^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی ۹۵٪-۸۵ منتقل شدند. صفات کیفی پس از ۲ هفته اندازه‌گیری شدند.

ارزیابی میزان پوسیدگی میوه‌ها

میزان پوسیدگی میوه‌ها از طریق مشاهده ظاهری و نمره‌دهی به آنها به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گرفت: ۱= فاقد پوسیدگی، ۲= پوسیدگی خیلی کم (تا ۵٪)، ۳= پوسیدگی کم (۵ تا ۲۰٪)، ۴= پوسیدگی متوسط (آلودگی بین ۲۰ تا ۵۰٪) و ۵= پوسیدگی شدید (آلودگی بیش از ۵۰٪) (ایلا -زولا^۴ و همکاران، ۲۰۰۷).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول، اسیدیتته قابل تیتراسیون و ویتامین ث

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول و اسیدیتته قابل تیتراسیون به ترتیب از رفراکتومتر دستی مدل Multi-range analyzer Refractometer, Model 3150, Netherland و تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا ظهور $\text{pH} = 8/3$ استفاده گردید. اندازه‌گیری میزان ویتامین ث موجود در آب میوه از طریق روش دی‌کلروفنل ایندوفنل^۵ انجام شد به این ترتیب که ۲۰ میلی‌لیتر عصاره آب توت‌فرنگی با ۲۰ میلی‌لیتر متافسفریک اسید ۶ درصد مخلوط گردید و ۲۵ میلی‌لیتر از محلول به‌دست آمده با متافسفریک اسید ۳ درصد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر از این محلول برداشته شد و با محلول دی‌کلروفنل ایندوفنل تیترا گردید. تیتراسیون تا زمانی تغییر رنگ محلول به رنگ قرمز آجری ادامه داشت. میزان ویتامین ث براساس فرمول زیر محاسبه گردید.

$$AA = \frac{V \times j}{w} \times 100$$

در این فرمول W گرم نمونه در حجم معینی از محلول تیترا شده، V میلی‌لیتر رنگ مورد استفاده در تیتراسیون حجم معینی از نمونه صاف شده و Z اکی‌والان اسیدآسکوربیک که بر حسب میلی‌گرم اسیدآسکوربیک در میلی‌لیتر رنگ بیان می‌شود.

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

برای تعیین میزان آنتی‌اکسیدان کل از روش FRAP^۶ استفاده شد. به‌منظور تهیه محلول استوک بافر استات، ۳/۱ گرم استات سدیم و ۱۶ میلی‌لیتر اسیداستیک‌گلاسیال در یک لیتر

اثنی‌عشری، ۱۳۸۷؛ تأثیر نیتریک‌اکسید و پوتریسین بر توت‌فرنگی (عبداللهی، ۱۳۸۹)؛ نفوذ پلی‌آمین‌ها به توت‌فرنگی توسط خلا (پوناپا^۱ و همکاران، ۱۹۹۳)؛ بررسی اثر پلی‌آمین‌ها و کلسیم بر روی بافت سیب (ونگ^۲ و همکاران، ۱۹۹۳) و تأثیر پوتریسین برون‌زاد بر روی آلو (سرانو^۳ و همکاران، ۲۰۰۳) اشاره اشاره کرد.

هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر میزان پوسیدگی و کیفیت ظاهری، عمر پس از برداشت و خصوصیات کیفی نظیر مواد جامد محلول، اسیدیتته قابل تیتراسیون، ویتامین ث، فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه توت‌فرنگی رقم (سلوا) در طول مدت نگهداری در سردخانه بود.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی و اعمال تیمارها

میوه‌های توت‌فرنگی رقم سلوا در مرحله رسیدن تجاری هنگامی که بیش از ۷۵ درصد سطح آنها از رنگ قرمز برخوردار بودند و دارای اندازه مناسب بودند تهیه شده و سپس با دقت به آزمایشگاه انتقال یافتند. میوه‌های دارای شکل غیرطبیعی و معایب فیزیکی حذف شده و میوه‌های سالم و یکنواخت انتخاب گردیدند. به‌منظور تهیه محلول‌های اسیدسالیسیلیک به‌مقدار ۰/۱۳۸ گرم برای ۱ میلی‌مول در لیتر و ۰/۲۷۶ گرم برای ۲ میلی‌مول در لیتر پودر اسیدسالیسیلیک توزین شد و محلول آن در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار از طریق حل کردن در آب مقطر داغ تهیه و به حجم رسانده شد سپس با افزودن اسیداستیک pH محلول در ۴/۲-۴/۵ تنظیم گردید. به‌منظور تهیه محلول ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر پوتریسین، پس از توزین پوتریسین (۰/۱۷۶ گرم برای غلظت ۱ میلی‌مول در لیتر و ۰/۱۷۶ گرم برای غلظت ۲ میلی‌مول در لیتر در مقدار آب ریخته شد و حدود ۲ گرم در لیتر (۲۰-Tween) اضافه شد و پس از حل شدن به حجم یک لیتر رسانده شد. در این آزمایش اسیدسالیسیلیک (SA) در ۳ سطح با غلظت‌های ۰، ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر، پوتریسین (Put) در ۳ سطح با غلظت‌های ۰، ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر و همچنین ترکیبات مختلف این تیمارها مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل $3 \times 3 = 9$ بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی در ۷ تکرار اجرا گردید و هر تکرار شامل ۱۵ عدد میوه توت‌فرنگی رقم (سلوا) بود. پس از اعمال تیمارها تمام

4. Ayala-Zavala
5. Dichlorophenolindophenol
6. Ferric Reducing Antioxidant Power

1. Ponappa
2. Wang
3. Serrano

اثر کاربرد پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر برخی...

آب مقطر حل شد و pH محلول در حدود ۳/۶ تنظیم شد. سپس ۳۱ میلی‌گرم TPTZ^۱ در ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۴۰ میلی‌مولار حل شد و به‌منظور تهیه محلول ۲۰ میلی‌مولار کلرید آهن، ۵/۴۱ گرم کلرید آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد. به‌منظور تهیه محلول استاندارد از سولفات آهن استفاده شد که ۰/۲۷۸ گرم سولفات آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد و در نهایت محلول‌های استاندارد ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار تهیه شد. محلول نهایی کار FRAP با مخلوط کردن ۲۵ میلی‌لیتر بافراسات، ۲/۵ میلی‌لیتر TPTZ و ۲/۵ میلی‌لیتر کلرید آهن آماده شد. سپس ۲۵۰ میکرولیتر از محلول کار داخل ظروف پلت ریخته شد و به آن ۱۰ میکرولیتر از عصاره میوه (که حاوی ۲/۵ میلی‌لیتر عصاره و ۶ میلی‌لیتر بافر فسفات بود) اضافه گردید و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس در اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۳ نانومتر میزان جذب خوانده شد. در نهایت با رسم منحنی استاندارد میزان آنتی‌اکسیدان کل به دست آمد و برحسب معادل میلی‌مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (تاوارینی^۲ و همکاران، ۲۰۰۸).

اندازه‌گیری میزان فنل کل

برای اندازه‌گیری میزان فنل کل عصاره آب میوه از معرف (فولین سیوکالتو) به شرح زیر استفاده گردید: مقدار ۱ سی‌سی آبمیوه را با ۷۰ سی‌سی آب مقطر و ۵ سی‌سی معرف فولین مخلوط کرده و پس از ۸-۱۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق، مقدار ۱۵ سی‌سی کربنات سدیم به آن اضافه شد. نمونه‌ها را به حجم ۱۰۰ سی‌سی رسانده و به مدت دو ساعت در دمای اتاق نگهداری شده و سپس با طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل، USA The JASCO FP-8000 قرائت گردید. ۰/۵ گرم اسیدگالیک را با ۱۰ سی‌سی الکل مخلوط کرده سپس به حجم ۱۰۰ سی‌سی می‌رسانیم (محلول استوک) که تا دو هفته قابل نگهداری است. سپس با غلظت‌های مختلف اسیدگالیک منحنی استاندارد ترسیم شد (واثرهاوس^۳، ۲۰۰۲).

نتایج

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و مقایسات میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

پوسیدگی

نتایج تجزیه داده‌های مربوط به اندازه‌گیری میزان پوسیدگی نشان می‌دهد که اثرات متقابل اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر میزان پوسیدگی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. به‌طور کلی در پایان دوره نگهداری میزان پوسیدگی در تمام تیمارها به‌طور معنی‌داری نسبت به زمان قبل از نگهداری افزایش یافت. کاربرد اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر، پوتریسین در غلظت ۱ میلی‌مول در لیتر و نیز اسیدسالیسیلیک ۱ میلی‌مول در لیتر در ترکیب با ۲ میلی‌مول در لیتر پوتریسین بدون داشتن اختلاف معنی‌دار با یکدیگر به‌طور مؤثری باعث کاهش میزان پوسیدگی و حفظ بهتر کیفیت ظاهری و بازاریابی میوه‌ها در مقایسه با میوه‌های شاهد در پایان مدت نگهداری گردیدند (شکل ۱).

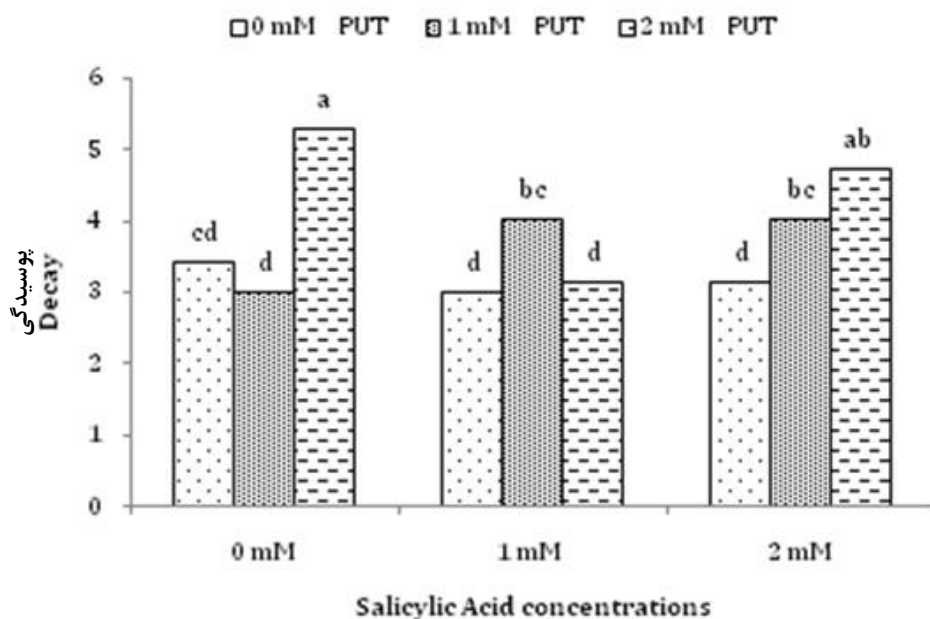
میزان مواد جامد محلول عصاره میوه TSS

براساس نتایج تجزیه واریانس، تیمار اسیدسالیسیلیک و پوتریسین در سطح ۱٪ تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول عصاره میوه‌ها در پایان دوره انبارداری داشت. نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات متقابل اسیدسالیسیلیک و پوتریسین نشان می‌دهد که به‌طور کلی در پایان دوره نگهداری میزان مواد جامد محلول میوه‌های شاهد در مقایسه با روز قبل از انبارداری کاهش یافته است. استفاده از پوتریسین ۲ میلی‌مول در لیتر در ترکیب با غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر اسیدسالیسیلیک به‌طور معنی‌داری باعث جلوگیری از افزایش میزان مواد جامد محلول عصاره میوه‌ها گردید (شکل ۲).

اسیددیده کل

براساس نتایج تجزیه واریانس، تیمار اسیدسالیسیلیک و پوتریسین در سطح ۱٪ تأثیر معنی‌داری بر میزان اسیددیده عصاره میوه‌ها در پایان دوره انبارداری داشت. نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات متقابل اسیدسالیسیلیک و پوتریسین نشان می‌دهد که به‌طور کلی در پایان دوره نگهداری میزان اسیددیده کل میوه‌های شاهد در مقایسه با روز قبل از شروع نگهداری کاهش یافته است. تیمارهای اسیدسالیسیلیک ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر بدون داشتن اختلاف معنی‌دار با یکدیگر باعث حفظ بهتر اسیددیده کل گردیدند (شکل ۳).

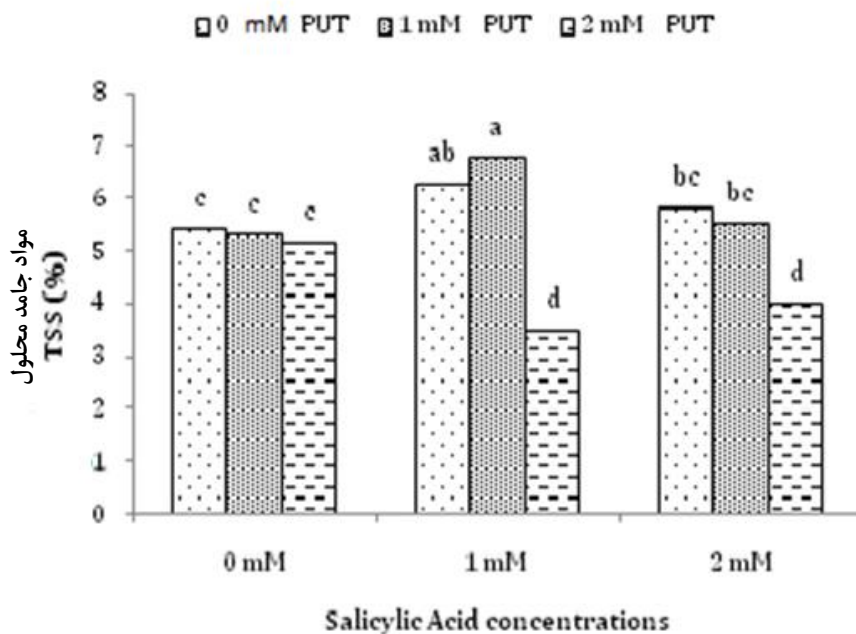
1. 2,4,6, Tripyridyl-S-Triazin (TPTZ)
2. Tavarini
3. Waterhouse



غلظت‌های اسیدسالیسیلیک

شکل ۱: اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر میزان پوسیدگی میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند

Fig. 1: Interaction effect of different concentration of Salicylic acid and Putrescine on fruit decay in Selva cultivar strawberry. Means having various letters show significant difference of the level 5% based on the Duncan Multiple Range Test



غلظت‌های اسیدسالیسیلیک

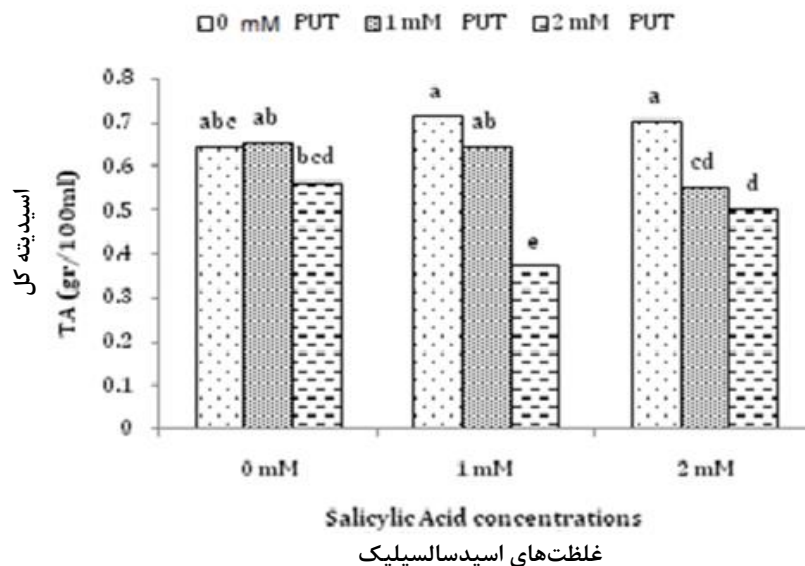
شکل ۲: اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر میزان مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند

Fig. 2: Interaction effect of different concentration of Salicylic acid and Putrescine on fruit TSS in Selva cultivar strawberry. Means having various letters show significant difference of the level 5% based on the Duncan Multiple Range Test

pH عصاره آب میوه

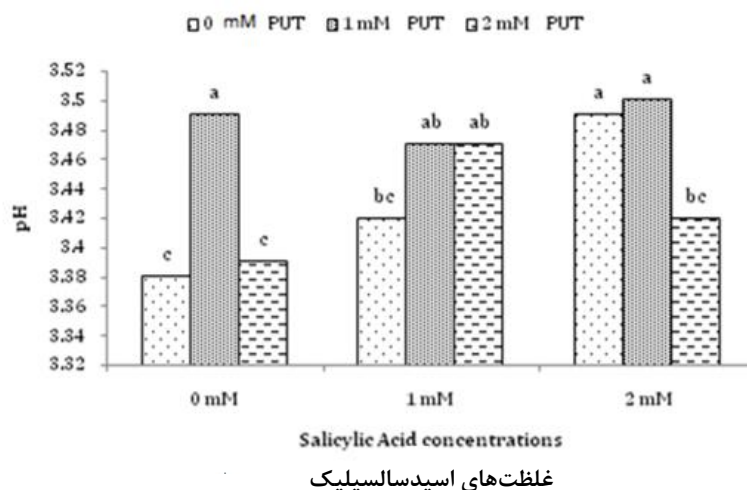
براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) تیمارهای اسیدسالیسیلیک و پوتریسین در سطح ۱٪ بر pH عصاره آب میوه تأثیر معنی‌داری داشتند. pH عصاره میوه‌ها در پایان دوره نگهداری میوه‌ها به‌طور معنی‌داری در تمام تیمارها افزایش یافت اما استفاده از پوتریسین در غلظت ۲ میلی‌مول در لیتر،

اسیدسالیسیلیک در غلظت ۱ میلی‌مول در لیتر و ترکیب تیمارهای اسیدسالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مول در لیتر و پوتریسین در غلظت ۲ میلی‌مول در لیتر نیز در جلوگیری از افزایش pH مؤثر بود و باعث حفظ بهتر pH عصاره میوه‌ها و جلوگیری از افزایش آن در مقایسه با نمونه‌های شاهد گردیدند (شکل ۴).



شکل ۳: اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند

Fig. 3: Interaction effect of different concentration of Salicylic acid and Putrescine on fruit TA in Selva cultivar strawberry. Means having various letters show significant difference of the level 5% based on the Duncan Multiple Range Test



شکل ۴: اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر میزان pH میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند

Fig. 4: Interaction effect of different concentration of Salicylic acid and Putrescine on fruit pH in Selva cultivar strawberry. Means having various letters show significant difference of the level 5% based on the Duncan Multiple Range Test

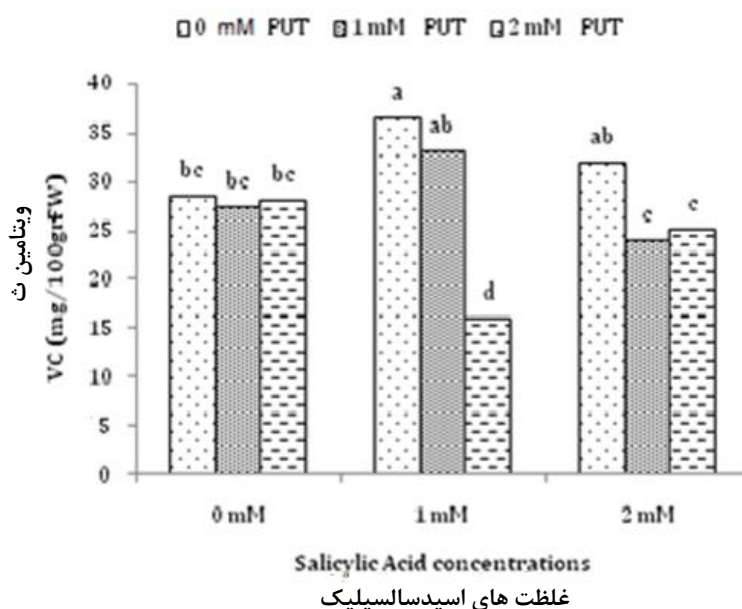
نگهداری در مقایسه با زمان قبل از انبارداری به شدت کاهش یافت. کاربرد اسیدسالیسیلیک در غلظت ۱ میلی مول در لیتر باعث حفظ بهتر ویتامین ث میوه‌ها نسبت به شاهد گردید (شکل ۵).

ویتامین ث (اسیدآسکوربیک)

اثرات متقابل اسیدسالیسیلیک و پوتریسین در سطح احتمال ۱ درصد بر مقدار ویتامین ث میوه‌های توت‌فرنگی معنی‌دار می‌باشد. میزان ویتامین ث (اسیدآسکوربیک) میوه‌ها در طی مدت

جدول ۱: تجزیه واریانس تأثیر کاربرد اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر صفات اندازه‌گیری شده در توت‌فرنگی رقم (سلوا)
Table 1: ANOVA of Salicylic acid and Putrescine effects on measured traits in Selva cultivar, Strawberry
* and ** show being significant ($\alpha=0.05$ and 0.01 , respectively). ns means no significant

میانگین مربعات MS								
فنول Phenol	آنتی‌اکسیدان Antioxidant	ویتامین ث Vitamin-C	اسیدیته کل TA	مواد جامد محلول TSS	pH	پوسیدگی Rotting	درجه آزادی df	منبع تغییرات S.O.V
130927.37**	1.27**	12.44 ns	0.01 ^{ns}	0.96 ^{ns}	0.01**	2.11*	2	اسید سالیسیلیک (SA) Salicylic acid
35147.25 ^{ns}	0.74**	458.92**	0.22**	18.24**	0.02**	7.54**	2	پوتریسین (Put) Putrescine
33147.25 ^{ns}	1.58**	262.34**	0.04**	5.02**	0.009**	4.58**	4	پوتریسین در اسید سالیسیلیک Put×SA
24832.88	0.1	26.49	0.066	0.49	0.002	0.45	54	اشتباه آزمایشی ER
9.85	7.22	18.47	13.44	13.27	1.37	17.90		ضریب تغییرات CV(%)



شکل ۵: اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر میزان ویتامین ث (اسیدآسکوربیک) میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند

Fig. 5: Interaction effect of different concentration of Salicylic acid and Putrescine on Vitamin-C (Ascorbic acid) in Selva cultivar strawberry. Means having various letters show significant difference of the level 5% based on the Duncan Multiple Range Test

اثر کاربرد پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر برخی...

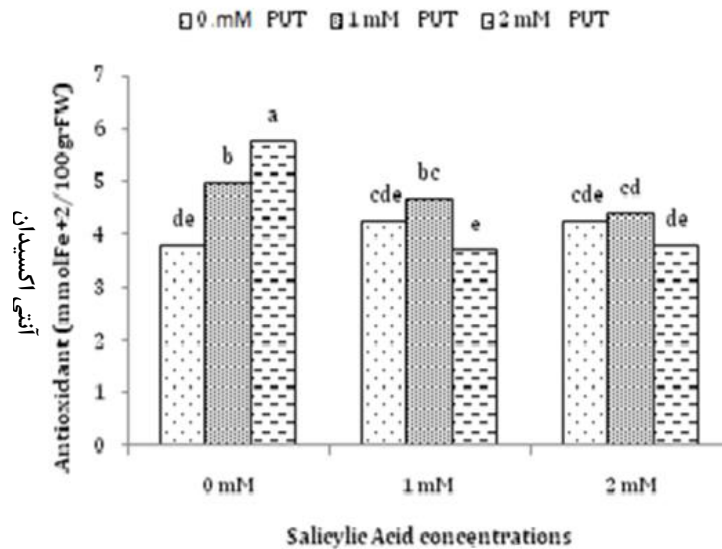
فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

براساس نتایج تجزیه واریانس هم اثرات ساده و هم اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و پوتریسین در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی معنی‌دار بوده است. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طول دوره نگهداری روند کاهشی نشان داد. کاربرد پوتریسین در غلظت ۲ میلی‌مول در لیتر به‌طور معنی-

داری باعث حفظ بهتر فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل گردید (شکل ۶).

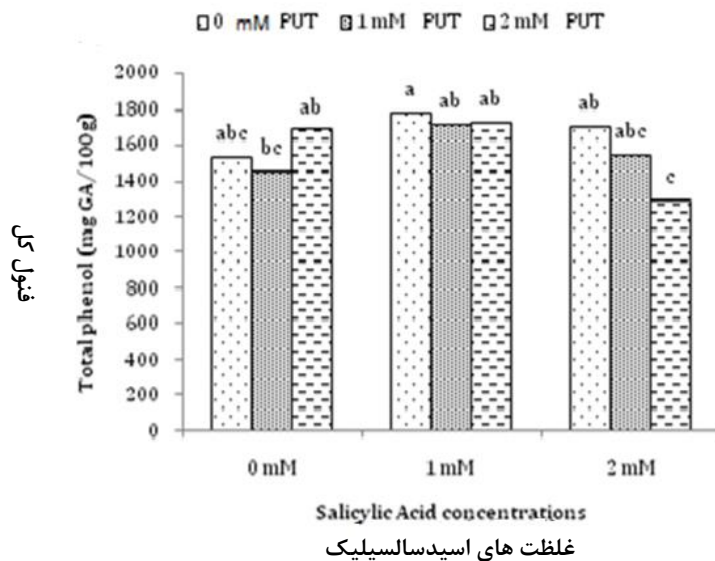
فنول کل

براساس (شکل ۷) طی مدت نگهداری در سردخانه میزان ترکیبات فنولی در تمام تیمارها کاهش یافت. و هیچ‌کدام از تیمارها تأثیر معنی‌داری بر حفظ فنول‌های کل نداشتند.



شکل ۶: اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند

Fig. 6: Interaction effect of different concentration of Salicylic acid and Putrescine on fruit Antioxidant activity in Selva cultivar strawberry. Means having various letters show significant difference of the level 5% based on the Duncan Multiple Range Test



شکل ۷: اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر میزان فنول کل میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند

Fig. 7: Interaction effect of different concentration of Salicylic acid and Putrescine on fruit Total phenolics in Selva cultivar strawberry. Means having various letters show significant difference of the level 5% based on the Duncan Multiple Range Test

کمترین میزان مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با ترکیب اسیدسالیسیلیک و پوتریسین مشاهده گردید. ثابت شده است که هم اسیدسالیسیلیک و هم پوتریسین باعث کاهش تولید و اثر اتیلن و نیز باعث کاهش تنفس می‌شوند که نتیجه آن کاهش فرآیند پیری و کاهش مصرف قندها و اسیدهای آلی میوه است (آرنائو^۴ و همکاران، 1996). بنابراین میوه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک و پوتریسین دارای تنفس پایین بوده و سرعت فرایندهای متابولیکی آنها پایین است درحالی‌که در میوه‌های شاهد به دلیل بالا بودن سرعت تنفس و اثر اتیلن، مواد جامد محلول و اسیدهای آلی مصرف شده و در نتیجه شکستن دیواره‌های سلولی، افزایش غیرعادی در میزان مواد جامد محلول که نشان‌دهنده‌ی تخریب سلول است اتفاق می‌افتد.

میوه برداشت شده یک موجود زنده بوده و تمام فعالیت‌های متابولیکی آن خصوصاً تنفس که منجر به مصرف ذخایر انرژی میوه‌ها می‌شود، همچنان ادامه می‌یابد و در این فرآیند قندها و اسیدهای آلی به‌عنوان سوسترای اصلی در فرآیند سوخت‌وساز مصرف می‌شوند و مسلماً هر عاملی که محدودکننده فعالیت‌های متابولیکی باشد باعث حفظ اسیدهای آلی خواهد بود. در این بررسی کاربرد اسیدسالیسیلیک در هر دو غلظت باعث حفظ معنی‌دار اسیدهای آلی کل در پایان دوره نگهداری نسبت به میوه‌های شاهد گردید. نقش بازدارندگی اسیدسالیسیلیک در جلوگیری از تولید و اثر اتیلن و کاهش فعالیت‌های متابولیکی قبلاً نیز در آزمایشاتی بر روی گیاه توت-فرنگی گزارش شده است؛ به‌طوری‌که که کاربرد اسیدسالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مول در لیتر باعث کاهش معنی‌دار در میزان اتیلن تولیدی میوه‌ها می‌گردد (اصغری، ۱۳۸۶). اسیدسالیسیلیک هم با اتیلن دارای اثر آنتاگونیستی بوده و از اثر آن جلوگیری می‌کند و هم از بیوسنتز اتیلن به-واسطه جلوگیری از فعالیت و تولید ACC اکسیداز و سنتاز جلوگیری می‌کند (فی ون و همکاران، 2000؛ لسلو و رومانی^۵، 1988 و روستان^۶ و همکاران، 1990). در طول دوره‌ی نگهداری میزان اسیدآسکوربیک که یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم می‌باشد کاهش می‌یابد که دلیل آن مصرف این ویتامین در جریان خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد می‌باشد (سمیرنف^۷، 1995). کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه به‌دلیل کاهش اجزای آنتی‌اکسیدانی در جریان خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد

عمده‌ترین عامل ایجاد پوسیدگی در میوه‌های برداشت شده توت‌فرنگی قارچ *Botrytis cinerea* (عامل کپک خاکستری) می‌باشد که عامل اصلی از دست رفتن کیفیت و ایجاد ضایعات در طول نگهداری محصول می‌باشد (اصغری، ۱۳۸۶ و بابالار و همکاران، 2007). مطالعات نشان می‌دهد که بین میزان شیوع پوسیدگی قارچی و مدت نگهداری رابطه تنگاتنگ وجود داشته (روبارتدز^۱ و همکاران، 1999) و استفاده از ترکیبات طبیعی به-عنوان پوشش‌دهنده‌های خوراکی با مکانیسم‌هایی مانند فعال کردن مقاومت القایی سیستمیک، افزایش میزان آنتی‌اکسیدان‌ها و کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن از بروز پوسیدگی و پیشرفت پیری جلوگیری می‌کند. نقش اسیدسالیسیلیک در کنترل پوسیدگی‌ها بیشتر به‌دلیل تأثیر مستقیم آن در جلوگیری از رشد قارچ‌ها و پوسیدگی‌ها با فعال کردن انواع مختلفی از مکانیسم‌های دفاعی مانند مقاومت القایی موضعی و مقاومت القایی سیستمیک می‌باشد (بابالار و همکاران، 2007). اسیدسالیسیلیک و آنالوگ‌های آن که توانایی فعال کردن ژن‌های عامل مقاومت را دارند به کاتالازها و پراکسیدازهای ویژه دارای آهن متصل شده و به‌عنوان بازدارنده عمل آن‌ها عمل می‌کنند و در نتیجه باعث فعال شدن الگوی مقاومت سیستمیک می‌گردند. براساس نتایج محققین، پلی‌آمین‌ها به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد باعث ایجاد مقاومت در مقابل عوامل نامساعد می‌گردند و به‌طورکلی چون محصولات برداشت شده بیشتر در معرض عوامل نامساعد هستند وجود پلی‌آمین‌ها و ترکیبات کمپلکس آن‌ها برای حفظ ساختار سلول و ایجاد مقاومت در مقابل عوامل نامساعد ضروری می‌باشد (بنگی و تاسونی^۲، 2001). پلی‌آمین‌ها می‌توانند گیاه را در مقابل آسیب‌ها به‌واسطه توانایی محافظت از دیواره‌ها و غشا سلول حفظ کنند (والرو^۳ و همکاران، 2002). نقش پلی‌آمین‌ها در استحکام‌بخشی به غشاها از طریق از بین بردن رادیکال‌های آزاد می‌باشد که به‌دلیل داشتن بار مثبت باعث خنثی‌شدن آن‌ها می‌شوند. همچنین به‌دلیل داشتن چندین بار مثبت با واحدهای پکتین پیوند ایجاد نموده و باعث استحکام آنها و جلوگیری از اثر اتیلن می‌شوند. علت افزایش مواد جامد قابل حل در مدت نگهداری میوه احتمالاً به‌دلیل شکسته‌شدن مواد نشاسته‌ای موجود، قندهای بزرگتر و تبدیل اسیدهای آلی موجود به قندهای کوچک قابل حل است. در این پژوهش

4. Arnao

5. Romani and Leslie

6. Roustan

7. Smimoff

1. Robards

2. Bagni and Tassoni

3. Valero

اثر کاربرد پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر برخی...

(لیو^۳ و همکاران، 2007). بنابراین کاربرد بیرونی پلی‌آمین‌ها باعث تحریک تولید بیشتر پلی‌آمین‌های داخلی گیاه می‌شود و اثر مخالف در رسیدن و پیری دارد. اسیدسالیسیلیک و پوتریسین هر دو باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن و به‌طور کلی روند پیری شده و در نتیجه میزان تولید رادیکال‌های آزاد را کاهش می‌دهند که نتیجه آن مصرف کمتر آنتی‌اکسیدان‌ها و ویتامین ث می‌باشد (سریوستاو و دیوید، 2000)

اتفاق می‌افتد. هم پوتریسین و هم اسیدسالیسیلیک با جلوگیری از تولید اتیلن، کاهش تنفس و به تأخیر انداختن رسیدن، سبب جلوگیری از تجزیه‌ی دیواره‌ی سلولی و در نتیجه باعث کاهش تولید رادیکال‌های آزاد می‌گردد و در اثر پایین‌بودن میزان رادیکال‌های آزاد نیاز سلول به مصرف اسیدآسکوربیک کمتر شده و در نتیجه این ویتامین در میوه حفظ می‌گردد همچنین پلی‌آمین‌ها به دلیل داشتن بارهای مثبت مستقیماً باعث حذف رادیکال‌های آزاد می‌شوند. نتایج این تحقیق در خصوص نقش اسیدسالیسیلیک در حفظ میزان آسکوربات کل با نتایج آزمایش‌ها بر روی گیاه خردل (Dat^۱ و همکاران، 1998)، و کیوی (روحی، ۱۳۸۷) مطابقت دارد. در این آزمایش مشخص گردید با افزایش مدت نگهداری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کاهش می‌یابد. آنتی‌اکسیدان‌ها با دادن الکترون به رادیکال‌های آزاد، اکسیده شده و رادیکال‌های آزاد را خنثی می‌کنند و با پیشرفت پیری، تولید رادیکال‌های آزاد افزوده شده، بنابراین با مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل کاهش می‌یابد. در تأیید این مطلب گزارش شده است که در توت‌فرنگی در طول دوره نگهداری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش می‌یابد که این کاهش در ارتباط با کاهش اجزای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (اسیدآسکوربیک، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنولی می‌باشد (فریرا^۲ و همکاران، 2007). نقش پلی‌آمین‌ها در افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان به نقش آنها در استحکام- بخشی به غشاها از طریق از بین بردن رادیکال‌های آزاد مربوط می‌گردد که به دلیل داشتن بار مثبت باعث خنثی شدن آنها می‌شوند (زکائی خسروشاهی و اثنی‌عشری، ۱۳۸۷).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از اسیدسالیسیلیک و پوتریسین اثر معنی‌داری بر صفات مورد اندازه‌گیری داشت و باعث حفظ pH و میزان مواد جامد محلول گردید. همچنین باعث حفظ اسیدیته کل، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل گردید. تنفس فرایند اصلی متابولیسمی است که در فرآورده برداشت شده صورت می‌گیرد. تنفس را می‌توان به‌عنوان عمل اکسیداسیونی تعریف کرد که باعث شکسته‌شدن مواد پیچیده در سلول‌ها مانند نشاسته، قندها و اسیدهای آلی به ملکول‌های ساده‌تر مانند گاز کربنیک، آب، انرژی و دیگر ملکول‌های ساختاری می‌شود. ترکیبی به‌نام اس آدنوزین متیونین (SAM) پیش ماده لازم برای سنتز دو ماده پلی‌آمین‌ها و اتیلن می‌باشد

1. Dat
2. Ferreyra

منابع

- اصغری، م. ۱۳۸۶. اثر اسیدسالیسیلیک بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، تولید اتیلن، فراین پیری، پوسیدگی قارچی و دیگر خصوصیات *Fragaria×ananassa* رقم سلوا. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه تهران. ۱۷۰ صفحه.
- جمالی، ب.، عشقی، س. و تفضلی بندری، ع. ۱۳۹۰. اثیر نیکل و سالیسیلیک اسید بر رشد رویشی و زایشی توت‌فرنگی رقم پاجرو. جلد ۱۳. شماره ۶. ۹۰۴-۸۹۵.
- روحی، ز. ۱۳۸۹. بررسی اسیدسالیسیلیک بر روی خصوصیات پس از برداشت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (*Actinidia chinensis*) رقم هایوارد. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه ارومیه. ۱۱۰ صفحه.
- زکائی خسروشاهی، م. و اثنی‌عشری، م. ۱۳۸۷. تأثیر پوتریسین بر عمر قفسه‌ای و فیزیولوژی پس از برداشت زردآلو، گیلاس و هلو. فناوری و دانش کشاورزی. جلد ۴۵. شماره ۱۲: ۲۳۰-۲۱۹.
- عبداللهی، رحیم. ۱۳۸۹. تأثیر نیتریک‌اکسید و پوتریسین بر خصوصیات پس از برداشت (*Fragaria×ananassa*) رقم سلوا. مجله پژوهشی صنایع غذایی. جلد ۳. شماره ۱، ص ۱۷۰-۱۹۰.
- هاشمی، ن.، حسنی، ع.، اصغری، م. و جوادی، ت. ۱۳۸۷. تأثیر برخی اسانس‌های گیاهی و اسیدسالیسیلیک در کنترل بیماری‌های قارچی بعد از برداشت توت‌فرنگی. سومین همایش منطقه‌ای یافته‌های پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی (غرب ایران). سنجندج، دانشگاه کردستان.
- Arnao, M. B., Cano, A., Hernandez-Ruiz, J., Garcia-Canovas, F. and Acosta, M. 1996. Ignition by L-ascorbic acid and other antioxidants of the 2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) oxidation catalyzed by peroxides: a new approach for determining total antioxidant status off foods. *Analytical Biochemistry*, 236: 255-261.
- Ashgari, M. and Soleimani-Aghdam, M. 2010. Impact of Salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science and Technology*, 10: 502-509.
- Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. Y., Wang, C. Y. and Gonzalez-Aguilar, G. A. 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technology and Biotechnology*, 45: 166-173.
- Babalar, M., Ashgari, M., Talaei, A. and Khosroshahi, A. 2007. Effect of pre- and post harvest Salicylic acid treatment on Ethylene production, Fungal decay and Overall quality of Selva strawberry fruit. *Food Chemistry*, 105: 449-453.
- Bagni, N. and Tassoni, A. 2001. Biosynthesis, oxidation and conjugation of aliphatic polyamines in higher plants. *Amino Acids*, 20: 301-317.
- Bautista-Banos, S., Hernandez-Lauzardo, A. N., Velazquez-del Valle, M. G., Hernandez-Lopez, M., Ait Barka, E., Bosquez-Molina, E. and Wilson, C. L. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and post harvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*, 25: 108-118.
- Dat, J. F., Foyer, C. H. and Scott, I. M. 1998. Changes in Salicylic acid and anti-oxidants during induced thermo tolerance in mustard seedlings. *Plant Physiology*, 118: 1455-1461.
- Eckert, J. W. and Ogawa, J. M. 1988. The chemical control of post harvest diseases: deciduous fruits, berries, vegetables and root/tuber crops. *Annual Review Phytopathology*, 26: 433-469.
- Fei Wen, P., Chen, J., Kong, W. F., Pan, Q., Wan, H. and Huang, W. D.. 2005. Salicylic acid induced the expression of phenylalanine ammonia-lyase gene in grape berry. *Plant Science*, 169(3): 431-436.
- Ferreira, M. R., Vina, S. Z., Mugridge, A. and Chaves, A. R. 2007. Growth and ripening season effects on anti-oxidant capacity of strawberry cultivar Selva. *Science Horticulturae*, 112: 27-32.
- Galston, A. W. and Sawhney, R. K. 1990. Polyamines in plant physiology. *Plant Physiology*, 94: 606-610.
- Holmes, G. J. and Eckert, J. W. 1999. Sensitivity of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* to post harvest citrus fungicides in California. *Phytopathology*, 89: 716-721.
- Janisiewicz, W. J. and Korsten, L. 2002. Biological control of post harvest diseases of fruits. *Annual Review Phytopathology*, 40: 411-441.
- Leslie, C. A. and Romani, R. J. 1988. Inhibition of Ethylene biosynthesis by Salicylic acid. *Plant Physiology*, 88: 833-837.
- Liu, J., Tian, S. P., Meng, X. H. and Xu, Y. 2007. Control effects of Chitosan on post harvest diseases and physiological response of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 44: 300-306.
- Martin-tanguy, J. 2001. Metabolism and functions of polyamines in plants: recent development (new approaches). *Plant Growth Regulators*, 34: 135-148.
- Ponappa, T., Scheerens, J. C. and Miller, A. R. 1993. Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberry slices under various storage conditions. *Food Science*, 58(2): 361-364.
- Reddy, B. M. V., Belkacemi, K., Corcuff, R., Castaigne, F. and Arul, J. 2000. Effect of pre-harvest Chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 39-51.
- Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G. Swatsitang, P. and Glover, W. 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66: 401-436.

- Roustan, J. P., Latche, A. and Fallot, J. 1990. Inhibition of Ethylene production and stimulation of carrot somatic embryogenesis by salicylic acid. *Biology Plant*, 32: 273-276.
- Serriostave, M. K. and David, U. N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by Salicylic acid. *Plant Science*, 158(2): 87-96.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F. and Valero, D. 2003. Effects of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivar. *Postharvest Biology Technology*, 30: 259-271.
- Smimoff, N. 1995. Anti-oxidant system and plant response to the environment. In: Smimoff, N. (ed.), *Environment and Plant Metabolism*. Bios Scientific Publisher, Oxford, United Kingdom, 217-243.
- Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R. and Guidi, R. 2008. Antioxidant capacity, Ascorbic acid, Total phenols and Carotenoids changes during harvest and after storage on Hayward kiwifruit. *Food chemistry*, 107: 282- 288.
- U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2006. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 19. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
- Valero, D., Martinez-Romero, D. and Serrano, M. 2002. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. *Trends Food Science Technology*, 13: 228-234.
- Wang, C. Y., Conway, W. S., Abbott, J. A., Kramer, G. F. and Sams, C. E. 1993. Post harvest infiltration of polyamines and calcium influences ethylene production and texture changes in Golden Delicious apples. *American Society Horticulture Science*, 118: 801-806.
- Waterhouse, A. L. 2002. Determination of total phenolics. In: Wrolstad, R. E. (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. JohnWiley and Sons, New York, units, I.1.1.1-I.1.1.8.

The Effects of Salicylic acid and Putrescine Post-harvest Application on Some Quantitative and Qualitative Traits of Strawberry (*Fragaria×ananassa*), cv. Selva

Asghari¹, M. R., Asghari², F. and Farrokhi^{3*}, J.

Abstract

Effect of Salicylic acid (SA) at (0, 1 and 2 mM) and Putrescine (P) at the same concentration were surveyed on self-life and fruit quality of *Fragaria × ananassa* 'Selva'. Fruits had stored at $2 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ and 85–95% RH for 14 days. Some traits such as fruit rot; overall quality and marketability, pH, titratable acidity (TA), total soluble solids (TSS), ascorbic acid content, total anti-oxidant activity and total phenolics were evaluated after storage. Both SA and P application, separately or connectively, decreased fruit rot and significantly maintained fruit quality after end of storage period. Application of SA in 1, 2 (mM), P in 1(mM), and also SA in 1(mM) + P in 2(mM) had the most effect on it. Usage of SA and P significantly affected fruit quality and maintained pH and TSS, TA, vitamin-C and total anti-oxidant activity too. These results show that SA and P influences on fruit quality have been marked.

Keywords: Shelf life, Anti-oxidant activity, Polyamines, Overall quality

1. Associate Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, University of Urmia, Urmia
2. Graduate student, Department of Horticulture, College of Agriculture, Islamic Azad University of Khoy, Urmia
3. Horticulture Instructor Master of Horticulture, SID Ardebil, Ardebil
*: Corresponding author Email: javadfarrokhi2012@yahoo.com