مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اثر کاربرد بعد از برداشت گاماآمینوبوتریک اسید، اکسید کلسیم و سالیسیلیک اسید بر کیفیت و انبارمانی گوجه‌فرنگی

مهلا خوشحالی[۱]، فاطمه ناظوری[۲*]، محمود رقامی[۳]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران.

۲-دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران.

۳-استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان ، رفسنجان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۹

کلمات کلیدی:

ترکیبات آنتی‌اکسیدانی،

فعالیت آنزیمی،

ترکیبات فنلی،

آلودگی میکروبی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8

* مسئول مکاتبات:

f.nazoori@vru.ac.ir

چکیده

در سال ۱۴۰۰ آزمایشی به‌منظور بررسی کیفیت و انبارمانی گوجه‌فرنگی رقم "سنا" توسط اکسید کلسیم، گاماآمینوبوتریک اسید (GABA) و سالیسیلیک اسید در آزمایشگاه پس از برداشت گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان (عج) انجام شد. طرح آماری آزمایش بر پایه فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. فاکتور اول آزمایش شامل شاهد (آب مقطر)، اکسید کلسیم٪۰/۵ (CaO)، گاماآمینوبوتریک اسید با غلظت ۱۰ میلی مولار (گابا) سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۵ میلی مولار (SA) و تیمار تلفیقی (CaO + GABA+SA) و فاکتور دوم شامل زمان انبارمانی طی ۳ دوره‌ی انبارمانی (۷، ۱۴ و ۲۱ روز) در دمای۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۸۵ درصد بود. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر تیمار تلفیقی در حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی گوجه‌فرنگی چشمگیر بود. کم‌ترین میزان مواد جامد محلول و کم‌ترین درصد فعالیت آنزیم پکتین متیل استرازو بیشترین میزان فنل و فعالیت آبی در تیمار گابا مشاهده شد. تیمار سالیسیلیک اسید نسبت به نمونه شاهدتا ٪۳۲ از نشت یونی ممانعت کرد، همچنین ٪۲,۵ باعث حفظ وزن گردید و منجر به حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون در روز هفتم انبارمانی نسبت به روز صفر گردید.طبق نتایج، بیشترین میزان سفتی، پذیرش کلی، فعالیت آبی و ویتامین ث متعلق به تیمار اکسید کلسیم بود. کم‌ترین میزان مالون دی آلدئید، لیکوپن وکم‌ترین میزان فعالیت آنزیم پلی گالاکتروناز (٪ ۰/۰۹ کاهش فعالیت نسبت به شاهد) و کم‌ترین آلودگی میکروبی (٪ ۰/۶۳ کاهش کلنی نسبت به شاهد)، کم‌ترین درصد نشت یونی و سرمازدگی متعلق به تیمار اکسید کلسیم بود. به‌طور کلی در بین تیمارهای جداگانه تیمار اکسید کلسیم ٪۰,۵ و سپس تیمارگابا با غلظت ۱۰ میلی مولار، به بهترین نحو صفات کمی و کیفی میوه گوجه‌فرنگی را حفظ کردند و جهت فرایند ذخیره‌سازی پیشنهاد می‌شوند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

۱- مقدمه

میوه گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculenttumMile*) از نوع سته و دارای۷۰-۶۰ درصد آب هست که بذور درون ماده ژلاتینی و غلاف گوشتی قرار دارند و دارای پوسته نرم و نازک می‌باشند. گوجه‌فرنگی میوه‌ای فرازگرا و دارای طول عمر پس از برداشت نسبتاً کوتاهی است زیرا بسیاری از فرایندهای مؤثربر کاهش کیفیت پس از برداشت ازجمله تعرق، بیماری‌ها، افزایش رسیدگی و پیری باعث کاهش عمر نگهداری آن می‌شوند[۱]. افزایش مدت‌زمان نگهداری محصولات باغبانی همیشه مسئله‌ساز بوده است. تمامی محصولات پس از جدا شدن از بوته یا گیاه مادری به فرایند تنفس ادامه داده و باعث فساد محصول در پس از برداشت می‌گردند. سالانه به‌طور متوسط ۳۰ درصد میوه‌یگوجه‌فرنگی به دلیل شرایط نامناسب برداشت، حمل‌ونقل و نگهداری به‌صورت ضایعات از بین می‌روند [۲]. میوه‌ی گوجه‌فرنگی به دلیل بافت نرم و آبکی در پس از برداشت به‌راحتی دچار فساد می‌شود و نمی‌توان آن را برای مدت طولانی نگهداری کرد. افزایش سفتی بافت و کاهش مقدار آب این محصول منجر به افزایش عمر انبارمانی آن می‌گردد. در بسیاری از محصولات با عمرانباری کم و فسادپذیری بالا از ترکیبات کلسیم‌دار و آنتی‌اکسیدانیبرای تنظیم انتقال رطوبت، اکسیژن و کربن دی‌اکسید به منظور افزایش عمرانباری استفاده می‌گردد. پوشش دهی میوه‌ها و سبزی‌هاکه برای حفظ کیفیت و افزایش عمر انبارداری می‌باشد مدت‌هاست که مورد استفاده می‌باشد و منجر به کاهش سرعت خروج بخارآب محصول، کاهش تنفس و کاهش سرعت تخریب و فساد ویژگی‌های کیفی و کاهش سرعت رشد میکروبی در محصول می‌گردد[۳].

کلسیم سبب استحکام و نگهداری بافت اکثر میوه‌ها از جمله گوجه‌فرنگی می‌گردد. پیوندهای کلسیم به‌صورت پکتات در تیغه‌های میانی منجر به افزایش استحکام دیواره‌ی سلولی و بافت گیاهی می‌گردد. تخریب پکتات ها به‌وسیله آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی صورت می‌گیرد.وجود مقدار کافی کلسیم از تخریب پکتات ها جلوگیری می‌کند[٤]. سالیسیلیک اسید به عنوان یک مولکول سیگنالی درونی نقش مهمی در رشد گیاهان و پاسخ به تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده‌دارد و سرمازدگی را با افزایش فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی کاهش می‌دهد[۵]. گابا از موادی است که در پژوهش‌های اخیر به‌عنوان یک ماده‌ی مؤثر در کاهش سرمازدگی و حفظ صفات کیفی برخی از میوه‌ها معرفی‌شده است. این ماده یک آمینواسید غیر پروتئینی چهار کربنه است که در واکنش به تنش‌هایی مانند شوری، کم‌آبی، تغییرات دما و کمبود اکسیژن، کربندی‌اکسید بالا، نقش مهمی را ایفا می‌کند[٦]. هدف از این آزمایش بررسی کیفیت و عمرانبارمانی گوجه‌فرنگی با استفاده از تیمار جداگانه و تلفیقی اکسید کلسیم، گابا و سالیسیلیک اسید بود.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-نحوه اجرای آزمایش

در این آزمایش در مرحله اول بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه نمونه‌های گوجه‌فرنگی سالم و یکنواخت جدا شدند و توسط تیمارهای مورد نظر اسپری شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل انجام گردید. فاکتور اول آزمایش شامل شاهد (آب مقطر)، اکسید کلسیم٪۰,۵ (CaO)، گاما آمینو بوتریک اسید با غلظت ۱۰ میلی مولار (GABA)، سالیسیلیک اسید با غلظت ۰,۵ میلی مولار (SA) و تیمار تلفیقی (CaO + GABA +SA) و فاکتور دوم شامل زمان انبارمانی طی ۳ دوره‌ی (۷، ١٤ و ۲۱ روز) بود. بعد از خشک شدن میوه‌ها درون ظروف یک‌بار مصرف پلی‌اتیلنی منفذ دار (۷ سوراخ معادل ۰/۵ درصد سطح ظرف) در دمای ۱±٤ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۸۵ درصد نگهداری شدند واثرات تیمارها بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی رقم سنا در ۳ تکرار بررسی شد. در پایان هر دوره انبارمانی برخی صفات کمی و کیفی به شرح ذیل اندازه‌گیری شدند.

۲-۲-کاهش وزن

تمامی بسته‌بندی‌های هر دوره انباری در روز اول وزن شدند که وزن اولیه (M1) نمونه‌ها می‌باشند. سپس در ادامه هر ۷ روز یک‌بار میوه‌های مربوط به هر دوره خارج و وزن ثانویه (M2) محاسبه گردید. میزان کاهش وزن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید [۷].

درصد کاهش وزن=(M1-M2/M1)×100

۲-۳-سفتی میوه

میزان سفتی بافت گوجه‌فرنگی با استفاده از دستگاه تست کشش- فشار ساخت شرکت سنتام ایران، مدل STM20 انجام گردید. این دستگاه قابلیت اعمال نیروی فشاری با سرعت ثابت ۵ mm/min را دارد. در این سامانه نیروی فشاری توسط یک نفوذ کننده به شکل میله‌ای با نوک استوانه‌ای به قطر ۸mm و ارتفاع ۵ mm که به انتهای نیروسنج متصل بود اعمال گردید. نفوذ در هر میوه در چهار نقطه در راستای دو قطر عمود برهم و در دو طرف میوه صورت گرفت. متوسط حداکثر مقادیر ثبت‌شده توسط ثبات دیجیتالی برحسب نیوتن گزارش شد[۸].

۲-٤-اسیدیته قابل تیتراسیون

به‌منظور تهیه عصاره گوجه‌فرنگی، آب گوجه‌فرنگی را توسط دستگاه آب‌میوه‌گیر دستی تهیه و از صافی رد کرده و سپس جهت تعیین اسیدیته قابل تیتراسیون، ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره هر نمونه گوجه‌فرنگی درون ظرف ریخته و پس از اضافه کردن ۲۰ سی‌سی آب مقطر و ۳ قطره فنل فتالئین، با سود ۰/۱ نرمال تیتر گردید تا اولین تغییر رنگ ظاهر شد. درصد اسیدیته عصاره گوجه‌فرنگی بر حسب اسید سیتریک (اسید غالب گوجه فرنگی) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید[۹].

=اسیدیته قابل تیتراسیون

۱۰۰× مقدار سود مصرفی ×نرمالیته سود× اکی میلی والان اسید غالب / ۱۰۰ × وزن نمونه

۲-۵-ویتامین ث

به‌منظور تهیه عصاره گوجه‌فرنگی، آب گوجه‌فرنگی را توسط دستگاه آب‌میوه‌گیر دستی تهیه و از صافی رد کرده و سپس جهت اندازه‌گیری میزان اسید آسکوربیک موجود در عصاره گوجه‌فرنگی، در یک ظرف ۱۰ میلی‌لیتر عصاره میوه گوجه‌فرنگی، ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ میلی‌لیتر محلول نشاسته ٪۱ تهیه و توسط محلول حاوی ۱/٦ گرم ید و ١٦ گرم یدور پتاسیم که به حجم یک لیتر رسید، تیتر گردید. عمل تیتراسیون تا ظهور اولین تغییر رنگ، ادامه و سپس عدد یادداشت شد. از ضرب عدد حاصل در عدد ثابت ۰/۸۸ میزان ویتامین C در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه تعیین شد [۱۰].

= میلی‌گرم ویتامین‌ث در ۱۰۰ سی‌سی آب‌میوه

۱۰۰ × (۲/ مقدار ید مصرفی× ۰/۸۸)

۲-٦-مواد جامد محلول

میزان مواد جامد محلول کل با قرار دادن چند قطره آب میوه گوجه‌فرنگی روی عدسی دستگاه رفرکتومتر دستی مدل Pal-1 Atago, japon اندازه‌گیری و برحسب درجه بریکس بیان شد [۱۰].

۲-۷-سرمازدگی

میزان شاخص سرمازدگی میوه بر اساس لکه‌های سطحی فرورفته میوه که مهم‌ترین شاخص سرمازدگی در میوه گوجه‌فرنگیمی‌باشد تحت ارزیابی و بررسی واقع گردید[۱۱]. شاخص سرمازدگی بر اساس میزان فرورفتگی با استفاده از نمره دهی و با فرمول زیر مورد ارزیابی قرار گرفت. اگر میوه فاقد فرورفتگی باشد نمره‌ی صفر، اگر فرورفتگی سطحی کم‌تر از ۲۵ درصد باشد نمره‌ی ۱، اگر فرورفتگی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد باشد نمره‌ی ۲، مشاهده‌ی فرورفتگی بین ۵۰ تا ۷۵ درصد نمره‌ی ۳، فرورفتگی سطحی بیش از ۷۵ درصد نمره‌ی ٤ داده می‌شود.

=درصد سرمازدگی

٦×تعداد کل میوه / (تعداد میوه‌ی دارای علائم سرمازدگی ×نمره‌ی مربوطه)

۲-۸-نشت یونی

برای اندازه‌گیری میزانثبات غشا سلولیاز پوست و گوشت گوجه‌فرنگی‌های موجود در هر واحد آزمایشی ٦ عدد دیسک به قطر ۱۰ میلی‌متر گرفته شد. ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به دیسک‌های گوجه‌فرنگی درون فالکون اضافه گردید و بر روی دستگاه شیکر به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. سپس اندازه‌گیری هدایت الکتریکی اولیه توسط دستگاه سنجش نشت یونی انجام شد. بعدازآن ظروف فالکون حاوی دیسک‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس اتوکلاو شدند. مجدداً نشت یونی اندازه‌گیری و درصد نشت یونی با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید[۱۲].

= درصد نشت یونی

۱۰۰× (هدایت اولیه الکتریکی)/(هدایت ثانویه الکتریکی)

۲-۹-فعالیت آبی

فعالیت و پتانسیل آب اصطلاحاتی هستند که برای بیان سطح انرژی آب موجود در بافت و فشار بخارآب، در حضور مواد حل‌شدنی به کار می‌روند. اکتیویته آب نشان‌دهنده توان آب

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

محصول برای ادامه فعالیت‌های حیاتی میکروبی و آنزیمی است و برای متخصصان میکروبیولوژی مهم می‌باشد و با کاهش آن می‌توان این فعالیت‌ها را متوقف نمود [۱۳]. برای تعیین اکتیویته آب، ۱ گرم از میوه گوجه‌فرنگی راوزن کرده و در کاپ مخصوص گذاشته، پس از روشن کردن دستگاه، حدود ۱۰ دقیقه طول خواهد کشید تا عدد فعالیت در دستگاه نمایش گردد.

۲-۱۰-آلودگی میکروبی

در روز ۲۱ انبارمانی ۵ گرم از بافت میوه گوجه‌فرنگی را وزن کرده و بر روی فویل آلومینیومی استریل قرار داده و با استفاده از چاقو آن‌ها را به قطعات ریز تبدیل و درون شیشه درب آبی حاوی پپتون واتر اتوکلاو شده ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه روی شیکر قرار داده تا خوب به هم بخورند. بعدازآن لوله‌های فالکون حاوی ۹ میلی‌لیتر محلول پپتون واتر یک درصد اتوکلاو شده را به تعداد رقت موردنظرروی رک چیده، ۱ میلی‌لیتر از سوسپانسیون داخل شیشه درب آبی (رقت ۰) را برداشته و داخل لوله فالکون شماره ۱ (رقت ۱-) ریخته و به‌خوبی ورتکس شد. بلافاصله ۱ میلی‌لیتر از غلظت ۱- را برداشته و در لوله فالکون شماره ۲ (رقت ۲-) ریخته و ورتکس و این کار را تا رقت ۵- انجام شد. بعد از آماده شدن هر ۵ رقت، ۲۰۰ میکرو لیتر از هر رقت را برداشته و بر روی پتری دیش‌ها جداگانه کشت شد. پس از کشت بلافاصله درب پتری دیش‌ها را بسته تا آلودگی از خارج وارد پتری دیش‌ها نشود. پس از گذشت ۱۰-۱۵ دقیقه و زمانی که سوسپانسیون جذب محیط شد،پتری دیش‌ها را برگردانده به‌گونه‌ای که درب آن‌ها به سمت پایین قرار گرفت. در پایان و پس از انجام کشت برای همه تیمارها و تکرارها و سری‌های رقت، پتری دیش‌ها را در آنکوباتور با دمای ۱±۲۸ درجه سلسیوس قرار داده و تعداد کلونی‌های باکتری پس از گذشت ۲٤ ساعت شمرده و ثبت گردید [۱٤].

۲-۱۱-مالون دی آلدئید

۰,۲۵ گرم از گوشت میوه گوجه‌فرنگی را وزن کرده و در ٤ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ درصد (w/v) تری کلرو استیک اسید (TCA) همگن‌شده و سپس محلول به دست‌آمده به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. یک میلی‌لیتر از محلول رویی را جدا کرده و در ظرف دیگر به همراه ٤ میلی‌لیتر تری کلرواستیک ۲۰ درصد که حاوی ۰,۵ درصد تیوباربیوتریک اسید بود همگن کرده وبه مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرمقرار گرفت. سپس پس از قرار گرفتن در آب سرد به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. در نهایت مقدار مالون دی آلدئید نمونه‌ها در طول‌موج ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتری قرائت و برحسب واحد nmol g-1 FW محاسبه شد[۱۵].

مالون دی آلدئید = (0.088×A532)

A=عدد به‌دست‌آمده توسط اسپکتروفتومتر

۲-۱۲-فنل

مقدار ۰/۱ گرم نمونه گوجه‌فرنگی را در ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد همگن کرده و سپس در لوله‌های آزمایش ریخته و به مدت ٤۸ ساعت در تاریکی نگه‌داری شدند. سپس ۱ میلی‌لیتر از محلول رویی برداشته و ۱ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه و با آب مقطر به حجم نهایی ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. به محلول فوق ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین و ۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۵ درصد اضافه گردیدکه منجر به ایجاد رنگ کدر در نمونه‌ها گردید. لوله‌ها به مدت ۱ ساعت در تاریکی نگه‌داری و سپس جذب نوری توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۷٦۰ نانومتر قرائت شد و برحسب mg galic acid per 100g FW محاسبه گردید[۱٦].

فنل کل=(0.1887×A760)-0.07

A=عدد به‌دست‌آمده توسط اسپکتروفتومتر

۲-۱۳-لیکوپن

۰,٦ گرم بافت میوه گوجه‌فرنگی را وزن کرده وبا ٤ میلی‌لیترآب مقطردر مخلوط‌کن له و عصاره‌ی آن تهیه گردید سپس بوتیلات هیدرو کسی تولوئن، استون و هگزانرا به عصاره‌یگوجه‌فرنگی به طور جداگانه به نسبت۵:۱حلال به تفاله (حجمی به وزنی) افزوده و نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه بر روی شیکر قرار گرفتند. پس از قرارگیری نمونه‌ها در فضای آزمایشگاه دو فاز رنگی تشکیل می‌گردد که فاز زردرنگ بالا جدا می‌گردد و میزان جذب نور در طول‌موج ۵۰۳ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد سپس با استفاده از فرمول غلظت لیکوپن برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن‌تر محاسبه شد [۱۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

لیکوپن =(A503)×(0.0312) / g

عدد به‌دست‌آمده توسط اسپکتروفتومتر=A

وزن نمونه گوجه‌فرنگی=g

۲-۱۴-آنزیم پکتین متیل استراز و آنزیم پلی گالاکتروناز

ابتدا ۰,٤ گرم از بافت گوجه‌فرنگی را با ۱,٦ میلی‌لیتر بافر استات سدیم ۵۰ میلی مولار ترکیب و پس از مخلوط شدن کامل سانتریفیوژ گردید و مایع رویی جدا گردید. جهت اندازه‌گیری آنزیم پلی گالاکتروناز بعد از عصاره گیری ۵۰ میکرو لیتر نمونه استخراج شده، یک میلی‌لیتر پلی گالاکترونیک اسید ۰,۳ درصد، ۹۵۰ میکرو لیتر بافر استات سدیم ۵۰ میلی مولار تهیه گردید و به مدت ٤۵ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد تا واکنش آنزیم انجام گردد. برای متوقف کردن واکنش آنزیم پلی گالاکتروناز از ۰,۸ میلی‌لیتر بافربورات ۱۰۰ میلی مولاراستفاده گردید و پس از ۵ دقیقه ۲۰۰ میکرو لیتر محلول سیانواستامید ۱ درصد اضافه و پس از قرار دادن در آب جوش به مدت ۱۰ دقیقه میزان جذب در طول‌موج ۲۷٦ نانومتر قرائت گردید. غلظت‌های به‌دست‌آمده فعالیت آنزیم را بر اساس میکرو مول در دقیقه در حجم محلول واکنش نشان می‌دهد[۱۸]. برای اندازه‌گیری فعالیت پکتین متیل استراز مخلوط واکنش شامل۱۰۰ میکرو لیتر عصاره آنزیمی، دو میلی‌لیتر پکتین ۰,۵ درصد، ۱۵۰ میکرو لیتر بروموتیمول بلو ۰,۱۰ درصد و ۷۵۰ میکرو لیتر آب مقطر بود. روند کاهش جذب در طول‌موج ٦۲۰ نانومتر به مدت ۲ دقیقه ثبت گردید. غلظت‌های به‌دست‌آمده فعالیت آنزیم را بر اساس میکرو مول در دقیقه در حجم محلول واکنش نشان داد[۱۸].

۲-۱۵-ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی از روش نمره دادن صفرتا پنج و چشیدن و نظرخواهی از افراد مختلف استفاده شد. ده نفر ارزیاب از بین دانشجویان و اساتید انتخاب شدند. از هر تیمار تعدادی گوجه‌فرنگی درون ظروف پلاستیکی که از طریق کدهایی مشخص، قرار داده شد. سپس ارزیاب‌ها فاکتور عطر و بو، درصد پوسیدگی و پذیرش کلی را مورد ارزیابی قرار دادند. در این آزمایش براساس امتیازدهی ارزیاب‌ها، میوه های۰,۲۵,۵۰,۷۵ و ۱۰۰ درصد سالم، دارای عطر و بوی مناسب و پذیرش کلی بودند به ترتیب امتیازات۱,۲,۳,٤ و۵ داده شد. در نهایت با محاسبه میانگین امتیازدهی ارزیاب ها ، اثر تیمار بر ویژگی‌ها مورد بررسی قرار گرفت[۱۹].

۲-۱٦-آنالیز آماری

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. نتایج و داده‌های به دست‌آمده توسط نرم‌افزار کامپیوتری SAS تجزیه تحلیل آماری شدند و مقایسه میانگین داده‌هادر سطح احتمال پنج درصد برای آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفتند. نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزارEXCEL رسم و نتایج تفسیر شدند.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-کاهش وزن

بر طبق نتایج مقایسه میانگین با افزایش دوره‌ی انبارمانی میزان کاهش وزن باگذشت زمان در بسته بندی‌های گوجه‌فرنگی افزایش داشته است؛ اما میزان کاهش وزن در نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در بین تیمارهای مورد بررسیGABA و SA در هر سه دوره انبارمانی به‌خوبی میزان کاهش وزن را کنترل کرده‌اند. در روز ۲۱ انباری کم‌ترین میزان کاهش وزن در تیمار سالیسیلیک اسید و بیشترین میزان کاهش وزن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱). هنگام برداشت، اکثر محصولات دارای حداکثر آب می‌باشند اما بعد از برداشت، در اثر تعرق، تنفس و فعالیت‌های متابولیکی مقدار آب محصول به‌تدریج کاهش می‌یابد. گزارش شده است که جلوگیری از کاهش وزن میوه با استفاده از ترکیب کلسیم به دلیل اتصال قوی بین ترکیبات پکتین دیواره سلولی، حفظ استحکام ساختاری دیواره سلولی و ایجاد چسبندگی سلول به سلول است[۲۰]. سالیسیلیک اسید با بستن روزنه‌ها و کاهش میزان تنفس، متابولیسم سلولی را کاهش داده و از اتلاف آب فراورده جلوگیری به عمل می‌آورد و در نتیجه مانع کاهش وزن در طی مدت انبارداری می‌گردد[۲۱]. گابا با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از تنش‌های وارده بر میوه جلوگیری کرده و با کاهش فعالیت‌های متابولیکی از اتلاف

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

آب و کاهش وزن میوه جلوگیری می‌کند. در آزمایشی که روی میوه‌های گوجه‌فرنگی و هلو انجام شده بود،گابا باعث حفظ شیره داخلی شده و در نتیجه از کاهش وزن آن‌ها جلوگیری کرده است[۲۲].

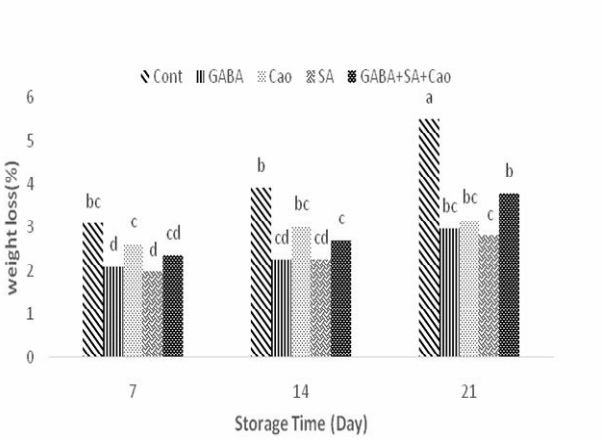


Fig 1 Effect ofGABA, calcium oxide and salicylic acid on the weight loss of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

۳-۲-سفتی

بر طبق نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل زمان و تیمارها معنی‌دار نشد و فقط اثرات یگانه معنی‌دار گردید. باگذشت زمان میزان سفتی در گوجه‌فرنگی کاهش می‌یابد به‌گونه‌ای که بیشترین میزان سفتی در نمونه‌های روز صفر وجود داشت. بر طبق نمودار با گذشت زمان میزان سفتی تمام نمونه‌ها کاهش یافت؛ اما کاهش سفتی در نمونه شاهد بیشتر مشاهده شد. تیمار اکسید کلسیم در مقایسه با سایر تیمارها در افزایش میزان سفتی مؤثرتر عمل کرد (شکل ۲). سفتی میوه، یکی از شاخص‌های عمر پس از برداشت میوه، رضایتمندی و بازارپسندی گوجه‌فرنگی است و از ویژگی مهم کیفی است که به‌طور مستقیم در افزایش پتانسیل انبارمانی و ایجاد مقاومت بیشتر به آسیب‌های مکانیکی و پوسیدگی میوه نقش دارد. کلسیم در استحکام بافت و نگهداری اکثر میوه‌ها ازجمله گوجه‌فرنگی مهم است. تخریب پکتات ها به‌وسیله آنزیم پلی گالاکتوناز صورت می‌گیرد. زمانی که کلسیم به‌اندازه کافی موجود باشد از تخریب پکتات ها جلوگیری می‌شود[٤]. در طول دوره ذخیره‌سازی تیمار کلسیم همچنین می‌تواند سفتی میوه را در زردآلو حفظ کند [۲۰]. کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید منجر به کاهش تولید اتیلن و کاهش تنفس می‌شود. سالیسیلیک اسید با جلوگیری از تولید اتیلن رسیدگی و نرم شدن میوه را به تاخیر می اندازد [۲۳]. گابا با جلوگیری از فعالیت آنزیم لیپواکسیژناز از پر اکسیداسیون لیپیدی غشاء ممانعت کرده و با بیان ژن‌های مربوط به چوبی شدن دیواره سلولی ازجمله کیتیناز و بتا -۱- و ۳- گلوکوناز باعث استحکام دیواره سلولی و حفظ سفتی در میوه طالبی شده است. GABA با کاهش فعالیت آنزیم‌های پلی گالاکترونار و پکتین متیل استراز و افزایش استحکام دیواره سلولی، یکپارچگی غشاء و ساختار سلولی زیر جلدی را حفظ می‌کند که می‌تواند در به تأخیر انداختن نرم شدن سیب [٢٤] و انبه [۲۵] مؤثر باشد.

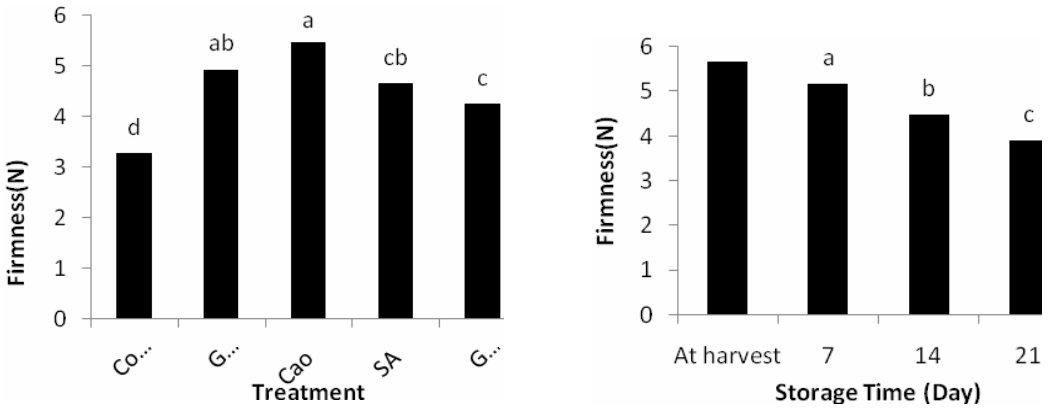


Fig 2 Effect ofGABA, calcium oxide and salicylic acid on the firmness of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

۳-۳-نشت یونی و سرمازدگی

بر طبق نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل زمان و تیمارها معنی‌دار نشد و فقط اثرات یگانه معنی‌دار گردید. میزان نشت یونی با افزایش دوره انبارمانی افزایش پیدا کرد و بیشترین میزان نشت یونی متعلق به روز ۲۱ انبارمانی می‌باشد. در بین تیمارهای مورد بررسی بیشترین میزان نشت یونی متعلق به تیمار شاهد و کم‌ترین مقدار نشت یونی مربوط به اکسید کلسیم می‌باشد (شکل ۳). بخش قابل‌توجهی از کلسیم در دیواره سلولی گیاهان قرار دارد. غلظت بالای کلسیم باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی ازجمله پلی گالاکتروناز می‌گردد. بنابراین با افزایش مقدار کلسیم تجزیه دیواره سلولی با سرعت کم‌تری صورت می‌گیرد و منجر به حفظ ساختار کریستالی غشاء می‌گردد. کلسیم با اتصال به گروه فسفات، فسفولیپیدها و پروتئین‌های سطوح غشاها باعث پایداری غشا می‌گردد[۲۶]. گابا با افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله آنزیم کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز مانع از افزایش گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود و از افزایش خسارت به سلول‌های میوه جلوگیری می‌کند. در شرایط تنش سرمایی فعلیت آنزیم فسفولیپاز، لیپوکسیژناز افزایش می‌یابد که منجر به آزادسازی اسید چرب غیراشباع و کاهش سیالیت غشاء و ظهور علائم سرمازدگی می‌گردد. تیمار گابا می‌تواند به وسیله کاهش فعالیت آنزیم فسفولیپاز و لیپوکسیژناز و هم‌زمان افزایش فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی که منجر به کاهش تجمع رادیکال های آزاد و جلوگیری از نسبت بالای اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیراشباع و درنهایت حفظ غشاء می‌گردد مفید باشد[۲۴]. سالیسیلیک اسید با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از استحکام غشا سلول محافظت کرده و منجر به کاهش نشت یون‌ها و سرمازدگی می‌گردد، که این کار را با جلوگیری از اثر مخرب رادیکال‌های آزاد تولید شده انجام می‌دهد.

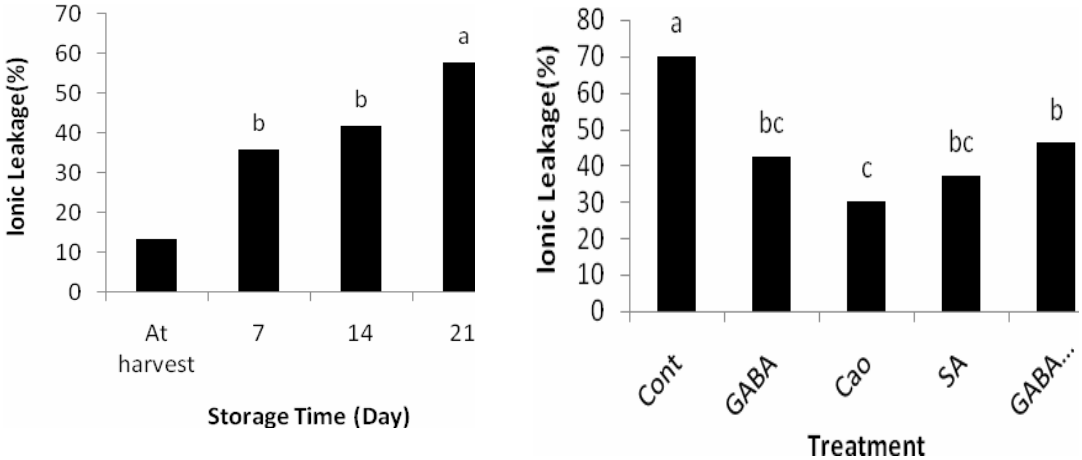


Fig 3 Effect ofGABA, calcium oxide and salicylic acid on the ionic leakage of Senna variety of tomato in storage at 1±4°C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

بر طبق نمودار علائم سرمازدگی بعد از ۱۴ روز در نمونه‌ها ظاهر شد. بعد از گذشت دو هفته از زمان انبارمانی درصد سرمازدگی در تمامی نمونه‌ها افزایش داشت اما این افزایش در نمونه شاهد نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. در بین تیمارهای اعمال شده در اکسید کلسیم و تیمار تلفیقی کم‌ترین میزان سرمازدگی مشاهده شد(شکل ٤). پوست مردگی سطحی، آب گز شدن، کاهش وزن بیشتر و افزایش نشت یون‌ها از علائم خسارت سرمازدگی است که مهم‌ترین نشانه خسارت سرمازدگی در گوجه‌فرنگی وجود لکه‌های فرورفته است. محققین براین باورند که آسیب غشای سلولی منجر به افزایش گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن می‌شود و در نتیجه تحریک سیستم دفاعی و ایجاد خسارت در بافت‌های گیاهی می‌شود[۲۷].

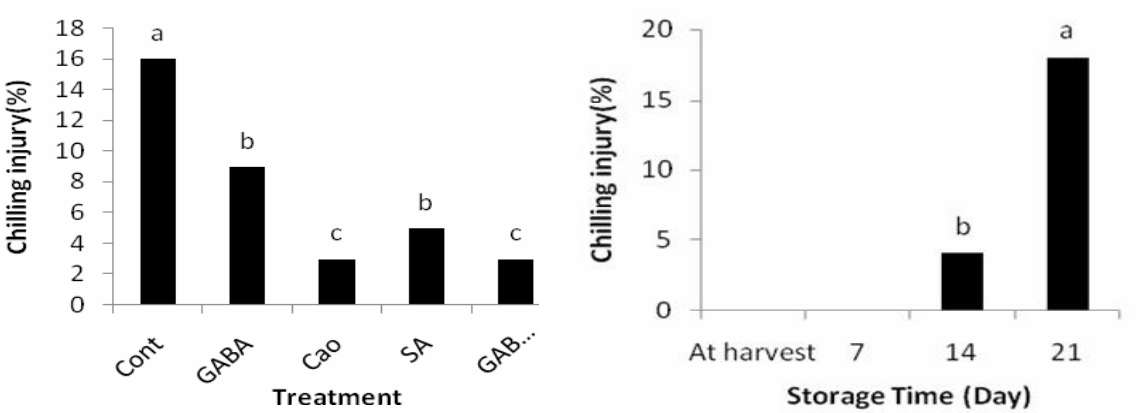


Fig 4 Effect ofGABA, calcium oxide and salicylic acid on the chilling injury of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

۳-٤-فعالیت آبی

بر طبق نتایج مقایسه میانگین باگذشت زمان از میزان فعالیت آبی در دسترس محصول کاسته می‌شود. بیشترین میزان فعالیت آبی در روز صفر و هفته اول انبارمانی مشاهده گردید. کاهش میزان فعالیت آبی در روز ١٤ انبارمانی فقط در تیمار شاهد ثبت گردید. کم‌ترین میزان فعالیت آبیدر روز ٢١ انبارمانی در تیمار شاهد ثبت شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد (شکل ٥). فعالیت آبی ابزاری برای پیش‌بینی و کنترل عمر نگهداری محصولات غذایی است. می‌توان آن را برای بیشتر غذاهایی با مقادیر بین ٠ تا ٠،٩ اعمال کرد. کنترل فعالیت آبی، از آلودگی میکروبی جلوگیری می‌کند، عمر ذخیره‌سازی را توسعه می‌دهد و برخی از محصولات را می‌توان بدون شرایط سرد نگهداری کرد. افزایش آب آزاد بر سرعت واکنش‌های شیمیایی مخرب تأثیر می‌گذارد زیرا آب به‌عنوان یک حلال عمل می‌کند، می‌تواند خود واکنش نشان دهد یا می‌تواند تحرک واکنش‌دهنده‌ها را از طریق ویسکوزیته تغییر دهد. نشان داده شده است که درفعالیت آبی کمتر از ٠،٦، عملاً تمام فعالیت‌های میکروبی مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها یا مخمرها لغو می‌شود. برعکس، در فعالیت آبی بیش از ٠،٦ منجر به شروع واکنش‌های شیمیایی و آنزیمی می‌شود. اثرات نگهداری و بسته‌بندی بر روی زردآلو خشک نشان داد که رطوبت محصول در شرایط نگهداری سرد کاهش‌یافته وفعالیت آبی محصول افزایش‌یافته است، زیرا رطوبت در دمای پایین کمی بیشتر از ذخیره‌سازی استاندارد است، بنابراین جذب میوه می‌شود[١٣].

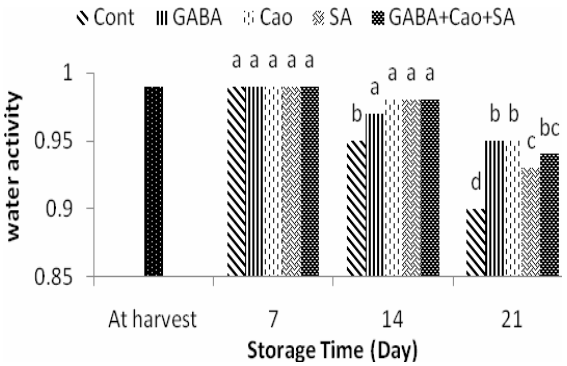


Fig 5 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on the water activity of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and a relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

۳-٥-مواد جامد محلول

بر طبق نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل زمان و تیمارها معنی‌دار نشد و فقط اثرات یگانه معنی‌دار گردید. میزان مواد جامد محلول در طول دوره نگهداری کاهش یافت که این کاهش به دلیل مصرف قندها در طی تنفس است. در بین تیمارهای مورد بررسی بیشترین میزان مواد جامد محلول در شاهد ثبت شد که به دلیل پیشرفت پدیده پیری، پلی ساکاریدهای دیواره سلولی هضم شده و مواد جامد محلول افزایش می‌یابد. کم‌ترین میزان مواد جامد محلول متعلق به تیمار GABA می‌باشد و بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ٦). در زمان رسیدگی محصول به دلیل تخریب و تجزیه‌ی دیواره سلولی در اثر تنفس و تولید اتیلن مواد جامد محلول افزایش پیدا می‌کند. قسمت اعظم

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

مواد جامد محلول را قند تشکیل می‌دهد. به هنگام رسیدن کامل میوه بر روی بوته، میزان مواد جامد محلول به حداکثر می‌رسد ولی در طی رسیدن میوه در انبار به دلیل مصرف در تنفس مقدار آن کاهش می‌یابد. حداکثر مواد جامد محلول در مراحل متمایل به قرمز وجود دارد ولی در رسیده‌ترین مرحله، محتوی مواد جامد محلول کاهش می‌یابد [۲۸].گابا با افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی محصول از اکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری کرده مانع از تجزیه‌ی کربوهیدرات‌ها و قندها و افزایش مواد جامد محلول می‌گردد[۲۹].

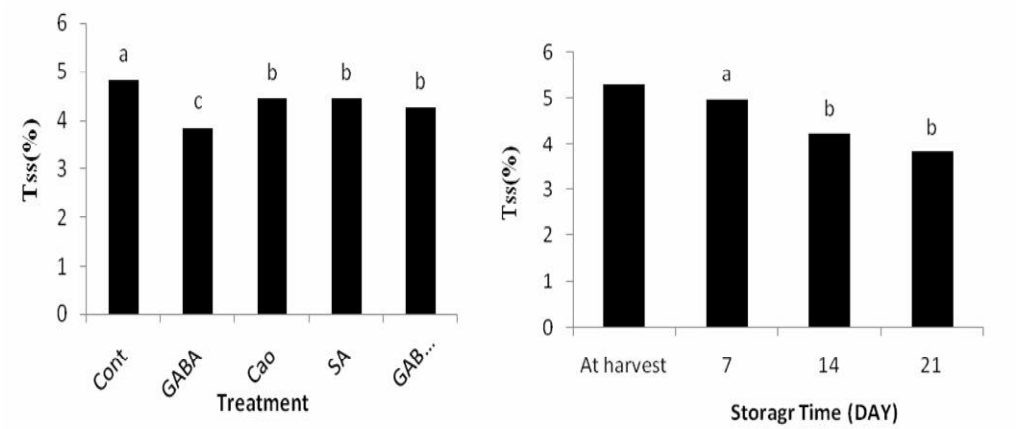


Fig 6 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on the Tss of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%. Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

۳-۶-ویتامین ث

بر طبق نمودار با گذشت زمان از میزان ویتامین ث گوجه‌فرنگی کاسته شد. بیشترین میزان ویتامین ث در روز صفر و هفته اول انبارمانی مشاهده شد. کم‌ترین میزان اسید آسکوربیک در روز ۲۱ انباری در تیمار شاهد و تیمار تلفیقی ثبت شد در حالی که در دوره‌ی اول انبارمانی بیشترین میزان ویتامین ث در تیمار تلفیقی مشاهده شد. تیمار اکسید کلسیم در روزهای ۱۴ و ۲۱ انبارمانی بیشترین میزان ویتامین ث را در بین سایر تیمارها حفظ کرد (شکل ۷). ویتامین ث جزء یکی از مهم‌ترین فاکتورهای کیفی و یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم در گیاهان است. ویتامین ث نقش مهمی در مهار رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارد وبه‌عنوان یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی و خاصیت ترمیم‌کنندگی سلول نقش مهمی در محافظت از سلول‌ها دارد. میزان ویتامین ث موجود در تره‌بار بسته به ژنو تیپ گیاه مورد نظر، شرایط آب و هوایی منطقه‌ی مورد پرورش، نوع کشت و زمان بلوغ متفاوت است. در بین ویتامین‌های مختلف گوجه‌فرنگی ویتامین ث به دلیل اکسیداسیون سریع به‌محض قرار گرفتن در حضور اکسیژن تجزیه می‌شود. میزان ویتامین ث به‌تدریج در زمان نگهداری طولانی‌مدت به دلیل خاصیت دهندگی الکترون به اکسیدان ها برای خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، کاهش می‌یابد عوامل دیگری همچون دمای بالا، سرمازدگی، اکسیژن، pH قلیایی منجر به افزایش متابولیسم اکسیداتیو می‌شود[۳۰].

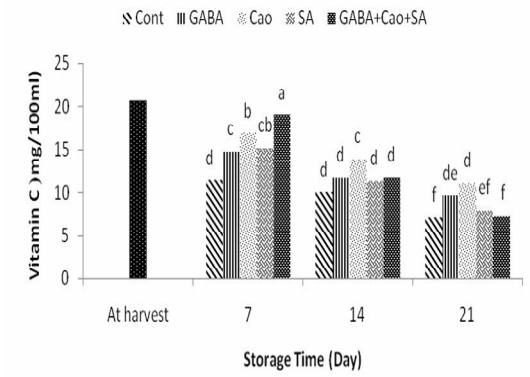


Fig 7 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on the vitamin c of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

کلسیم، از طریق ایجاد تأخیر در پیری و نیز کاهش سرعت تنفس و تعرق منجر به استحکام و حفظ ثبات غشای سلولی شده و اتلاف وزن میوه را در طول دوره انبارمانی کاهش می‌دهد [۳۱]. افزایش میزان ویتامین ث به دلیل کاهش از دست

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

روی آب است بررسی‌ها حاکی از آن است که هدرروی آب در پس از برداشت سبب کاهش ویتامین ث می‌گردد.

۳-۷-اسیدیته قابل تیتراسیون

باگذشت زمان میزان اسیدهای آلی کاهش پیدا می‌کند. به‌گونه‌ای که بیشترین میزان اسیدهای آلی در روز صفر و کم‌ترین میزان آن در روز ۲۱ انباری مشاهده گردید. کم‌ترین میزان اسیدیته در روز ۲۱ انبارمانی مربوط به نمونه شاهد می‌باشد. در بین تیمارهای موردبررسی در هفته اول انبارمانی سالیسیلیک اسید به‌خوبی نسبت به‌روز صفر میزان اسیدیته میوه را حفظ کرد. اکسید کلسیم هم میزان اسیدیته را در روز ۷ و ١٤ انبارمانی به‌طور ثابت حفظ کرده است (شکل ۸). در طی فرایند رسیدگی در اثر تنفس و تولید اتیلن اسیدهای آلی به قند تبدیل می‌شوند و سبب کاهش اسیدهای آلی در میوه می‌گردد[۳۲]. میزان اسید آلی در مراحل اولیه رشد در بالاترین میزان خود می‌باشد و سپس در مرحله‌ی بلوغ و رسیدگی از میزان اسیدها کاسته می‌شود. کاهش اسیدها در زمان پس از برداشت احتمالاً به این دلیل باشد که اسیدها از موارد مصرفی تنفس هستند و با رسیده شدن بیشتر میوه‌ها میزان قندها افزایش پیداکرده و باعث کاهش در میزان اسید شده است [۳۳]. گابا به عنوان یک ترکیب ضد تنش منجر به افزایش سیستم آنتی‌اکسیدانی شده و از فعالیت آنزیم‌های درگیر در فعالیت‌های متابولیکی ممانعت کرده و منجر به جلوگیری از آسیب‌های وارده به غشا شده و منجر به کاهش مصرف اسیدهای آلی می‌گردد[٣٤]. سالیسیلیک اسید به‌عنوان بازدارنده اتیلن با کاهش تولید اتیلن و تنفس باعث کاهش فعالیت‌های متابولیکی و حفظ اسیدهای آلی میوه می‌گردد؛ بنابراین هر عاملی که میزان تولید اتیلن و تنفس را کاهش دهد منجر به حفظ اسیدهای آلی می‌گردد. همچنین کاهش دما در طول دوره‌ی نگهداری منجر به کند کردن تنفس و به تأخیر افتادن تغییر در شاخص‌های کیفی میوه می‌شود. [۳۵]. در پژوهشی استفاده از سالیسیلیک اسید در توت‌فرنگی تغییراتی در میزان اسیدیته قابل تیتراسیون نسبت به شاهد ایجاد نکرد [۳٦]. با شروع رسیدن میوه فعالیت آنزیم ساکارز فسفات سنتتاز که منجر به تبدیل اسیدهای آلی به قندها می‌باشد افزایش می‌یابد، سالیسیلیک اسید با کاهش فعالیت آنزیمSPS منجر به حفظ اسیدهای آلی و ممانعت از تبدیل‌شدن اسیدهای آلی به قند می‌شود و سبب بالا ماندن آن در میوه می‌گردد[۱۰]. استفاده از تیمار کلسیم به دلیل کند کردن فعالیت‌های مرتبط به رسیدگی میوه منجر به عدم تبدیل اسیدهای آلی به قندهای ساده می‌گردد[۳۷].

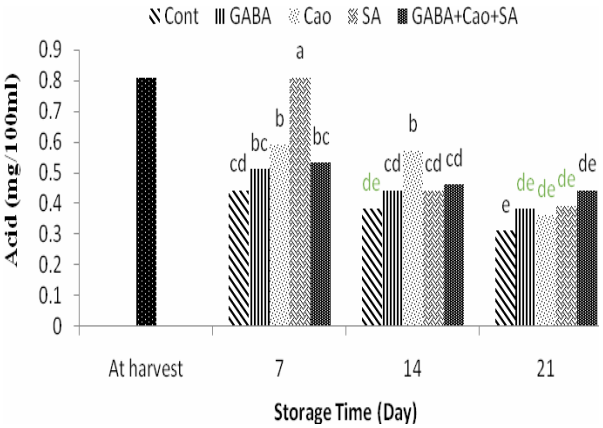


Fig 8 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on the tetratable acidity of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

۳-۸-پذیرش کلی

بر طبق نتایج مقایسه میانگین باگذشت زمان در طی انبارمانی از میزان تازگی، کیفیت و شکل ظاهری ‘گوجه فرنگی کاسته شد. بر طبق نمودار با گذشت زمان درصد پذیرش کلی (شکل ۹-a)، عطر و بو (شکل ۹-b) در گوجه‌فرنگی کاهش و درصد پوسیدگی (شکل ۹-c) افزایش یافت.در بین تیمارهای مورد بررسی تیمار تلفیقی و اکسید کلسیم در هر ۳ دوره انبارمانی از پذیرش بهتری برخوردار بودند. از نظر طعم و مزه، تا روز هفتم انبارمانی اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد منتهی از روز چهاردهم به بعد، تیمار شاهد و گابا امتیاز کمتری نسبت به بقیه تیمارها دریافت کردند. از آنجا که که کسب امتیاز کمتر از ۲/۵ به منزله رد محصول از نظر مصرف کننده می باشد، باز هم نمونه شاهد و گابا قابلیت مصرف داشتند. درصد پوسیدگی میوه ها با گذشت زمان انبارمانی افزایش یافت بطوری که بیشترین مقدار پوسیدگی به ترتیب متعلق به نمونه شاهد (۳۰٪)، تیمار گابا و سالیسیلیک اسید (۱۵٪) بود و کمترین درصد پوسیدگی (۱۰٪) در تیمار تلفیقی و اکسید کلسیم مشاهده شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

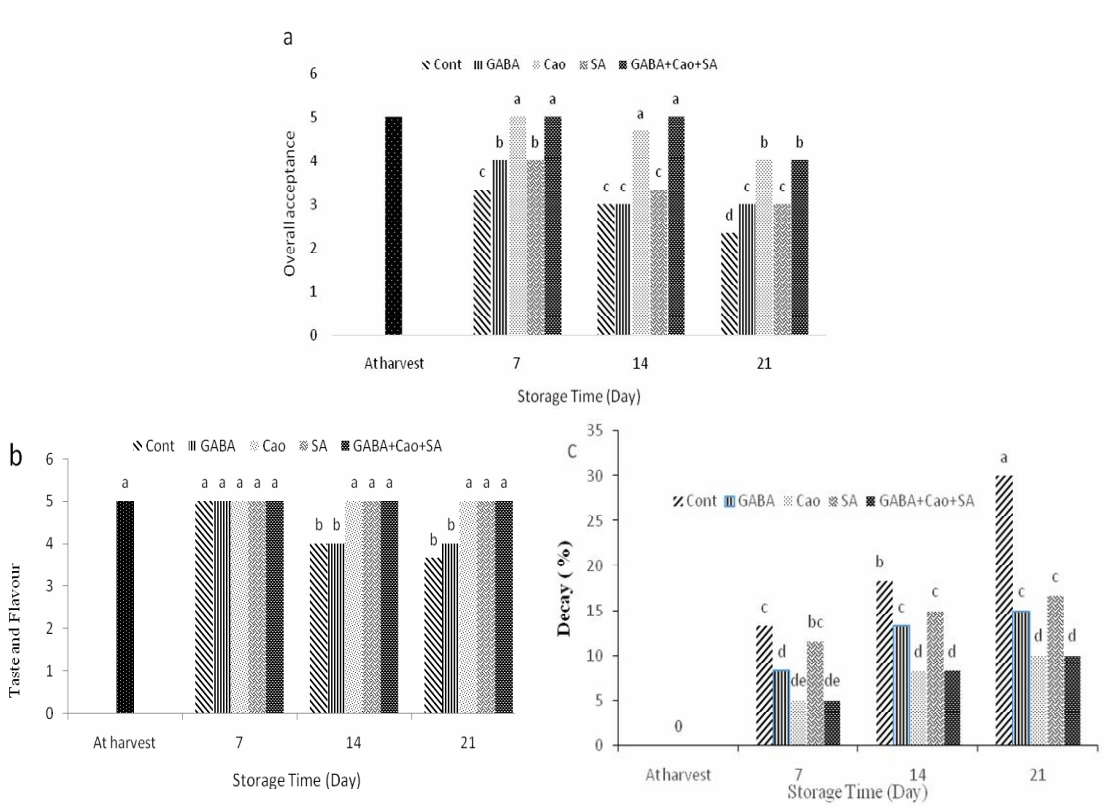


Fig 9 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on the overall acceptance, taste and flavor and decay percentage of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%. Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

۳-۹-آلودگی میکروبی

میزان فعالیت میکروبی در آخرین روز انباری مورد ارزیابی قرار گرفت در بین تیمارهای مورد آزمایش بیشترین فعالیت میکروبی در روز ۲۱ انبارمانی مربوط به نمونه شاهد و کم‌ترین فعالیت میکروبی مربوط به تیمار تلفیقی و اکسید کلسیم می‌باشد (شکل ۱۰). پوسیدگی و عوامل تنش‌زا در شرایط انباری سبب کاهش کیفیت محصولات و نیز ایجاد ضایعات می‌گردد. تغییر در ساختار دیواره سلولی و نرم شدن میوه از طریق تولید آنزیم‌های تخریب‌کننده غشاء سلولی به فعالیت پاتوژن ها و میکروارگانیسم هادر طی شرایط انباری کمک می‌کند[۳۸]. بیشتر قارچ‌ها و باکتری‌ها بافت گیاهی را از طریق تولید آنزیم‌های حل‌کننده دیواره میانی تخریب می‌کنند، افزایش مقدار کلسیم بافت به‌صورت شگفت‌آوری فعالیت آنزیم‌ها را کاهش می‌دهد. کلسیم اگرچه به‌طور غیرمستقیم سبب افزایش عمر انبارمانی محصولات می‌شود، اما تأثیر مستقیم کلسیم روی پاتوژن ها، مانند اختلال در جوانه‌زنی اسپورها و طویل شدن هیف پنی سیلیوم و بوتریتیس نیز مشاهده شده است.

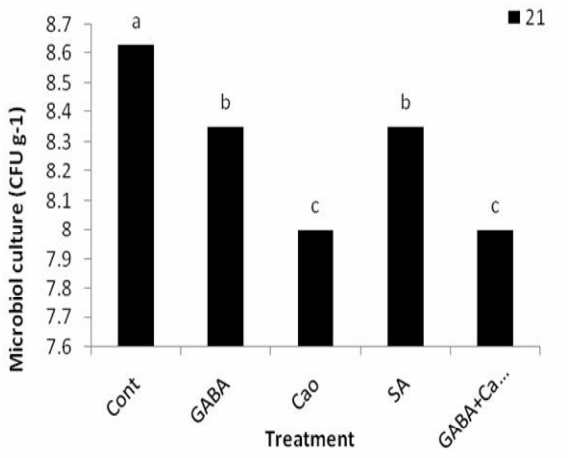


Fig 10 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on the microbiol culture of Senna variety of tomato on 21th day of storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%. Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

استفاده از محلول کلرید کلسیم به‌صورت غوطه‌وری در انگور

عسگری و سیب رقم گلدن دلیشز منجر به کاهش پوسیدگی نسبت به شاهد شده است [۳۹]؛ که با نتایج ما در این بررسی مطابقت دارد.

۳-۱۰-لیکوپن

باگذشت زمان میزان رنگیزه لیکوپن در اثر تنفس و تولید اتیلن افزایش می‌یابد. باگذشت زمان میزان لیکوپن در تمامی تیمارها افزایش داشت اما این افزایش در شاهد بیشتر بود. کم‌ترین میزان لیکوپن طی ۳ دوره انبارمانی در تیمار اکسید کلسیم ثبت شد(شکل ۱۱). در میوه‌هایفرازگرا در طول فرایند رسیدن میزان کلروفیل تجزیه و بر میزان لیکوپن افزون می‌گردد. با پیشرفت مراحل تکاملی و رسیدن گوجه‌فرنگی، پلاستیدها دستخوش تغییرات گشته بدین گونه که در کلروپلاست میوه سبز نابالغ مقدار نشاسته کاهش و تیلاکوئیدها نمایان می‌شوند. در طی شکل‌گیری کروموپلاست، تیلاکوئیدها ناپدیدشده و غشاهای حاوی کریستال‌های لیکوپن ظاهر می‌شوند[۴۰]. طبق بررسی‌های حاصل از این آزمایش در طول دوره‌ی انبارمانی میزان لیکوپن به دلیل افزایش در میزان تنفس و تولید اتیلن افزایش داشته است. کلسیم افزایش متابولیسم، تولید اتیلن، رسیدگی و پیری میوه را طی انبار به تأخیرمی‌اندازد[۳۷].

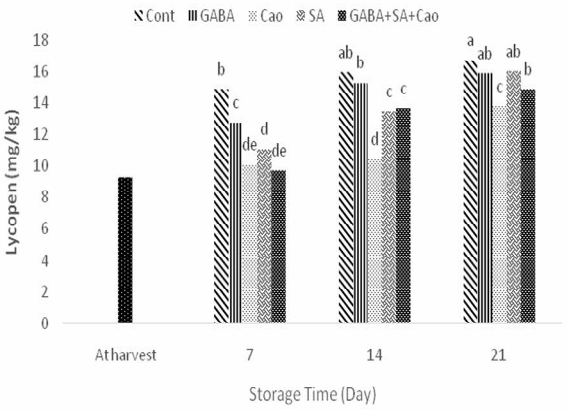


Fig 11 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on the lycopen of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

۳-۱۱-مالون دی آلدئید

باگذشت زمان و افزایش دوره انبارمانی میزان مالون دی آلدئیددر گوجه‌فرنگی‌ها افزایش داشته است. در طی ۳ دوره‌ی انبارمانی بیشترین میزان مالون دی آلدئید مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین میزان مالون دی آلدئیددر اکسید کلسیم مشاهده شد. همچنین تیمار GABA در روز ۷ و ۱٤ انبارمانی کم‌ترین میزان مالون دی آلدئید را به خود اختصاص داد (شکل ۱۲). کاربرد پس از برداشت کلسیم سبب حفظ سفتی بافت، سالم ماندن غشاء و افزایش عمر انبارمانی می‌گردد. استفاده ازGABA، بازارپسندی پس از برداشت کالاهای باغی را با ارتقای مسیرهای GABA و آنتی‌اکسیدانی و پایداری غشا از طریق کاهش ساخت محصولات پر اکسیداسیون لیپیدی بهبود می‌بخشد[۲٤]. پوشش گابا از تشکیل MDA در حین نگهداری جلوگیری می‌کند که در برخی میوه‌ها مانند مغز گردو [٤۱] و میوه سیب [۲٤] گزارش‌شده است.

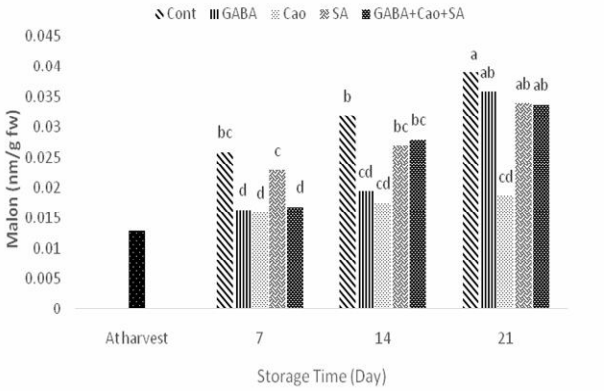


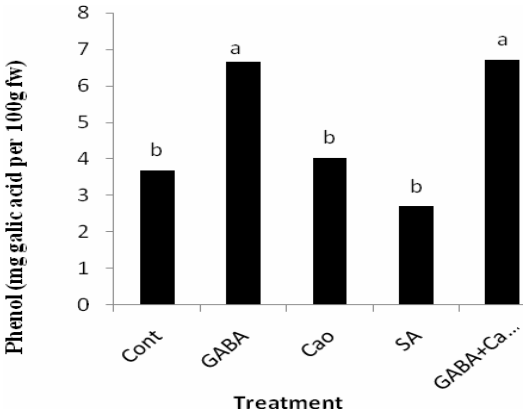
Fig12 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on themalondialdehyde of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

۳-۱۲-فنل

بر طبق نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل زمان و تیمارها معنی‌دار نشد و فقط اثرات یگانه معنی‌دار گردید. باگذشت زمان طی دوره‌های انبارمانی میزان فنل میوه کاهش پیدا می‌کند. بیشترین میزان ترکیبات فنلی در تیمار گابا و تیمار تلفیقی مشاهده شد و بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد مشاهده نشد (شکل ۱۳).ترکیبات فنلی از طریق به دام انداختن رادیکال‌های آزاد به‌عنوان آنتی‌اکسیدان شناخته شده و تأثیر مهمی بر کیفیت میوه از طریق تغییر در رنگ، عطر و طعم محصولات میوه‌ای دارند. در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

میوه‌های تیمار شده با گابا افزایش میزان فنل در هلو و موز گزارش گردیده است[۲۹]. گابا با تأثیری که بر تحریک فعالیت آنزیم PAL دارد باعث تولید ترکیبات فنلی شده و در نتیجه منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بافت میوه می‌گردد[۴۲]. سالیسیلیک اسید به دلیل بازداری از سنتز اتیلن از آسیب غشا و اکسید شدن فنل جلوگیری می‌کند. با اکسیداسیون فنل ها ساختار غشا سلولی دچار آسیب شده و دیواره سلولی نیز فرو می‌پاشد[۴۳]. تیمار CaO+GABA پس از برداشت به‌طور مؤثری فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه پسته را با حفظ فنل ها و آنتوسیانین ها افزایش می‌دهند[۴۴]. نتایج مشابهی برای هلو [۲۴] و انبه [۲۵] پوشش داده‌شده با تیمار GABA گزارش‌شده است که منجر به افزایش فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) و فنل کل میوه می‌شود.



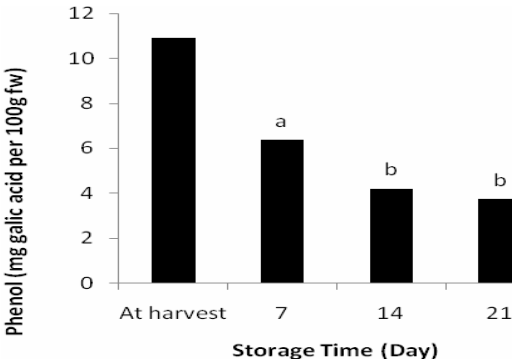


Fig 13 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on the phenol of Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

۳-۱۳-آنزیم پکتین متیل استراز

با گذر زمان و افزایش دوره‌های انبارمانی میزان فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی دیواره سلولی در تمامی تیمارها افزایش داشت اما میزان افزایش در تیمار شاهد به طورمعنی‌داری افزایش داشته است. در روز ۷ و ۱۴ انبارمانی میزان فعالیت آنزیم در تیمار تلفیقی و اکسید کلسیم به‌خوبی کنترل شد و کم‌ترین میزان فعالیت در روز ۲۱ انبارمانی در تیمار گابا مشاهده شد (شکل ۱۴). تیمار میوه با کلسیم از طریق کند کردن فرایند مرتبط با رسیدن میوه منجر به کاهش میزان فعالیت متابولیکی و در نتیجه کاهش فعالیت آنزیمی می‌گردد[۳۷].

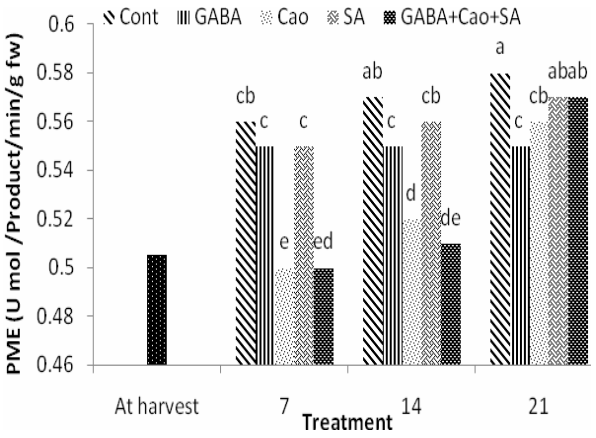


Fig 14 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on thepectin methylesterase enzyme activityof Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

۳-۱٤-آنزیم پلی گالاکتروناز

بر طبقنتایج مقایسه میانگین با گذر زمان و افزایش دوره‌های انبارمانی میزان فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی دیواره سلولی افزایش پیدا می‌کند. بیشترین فعالیت آنزیم پلی گالاکتروناز در روز ۲۱ انبارمانی مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین میزان فعالیت در تیمار اکسید کلسیم و تیمار تلفیقی مشاهده شد (شکل ۱۵).

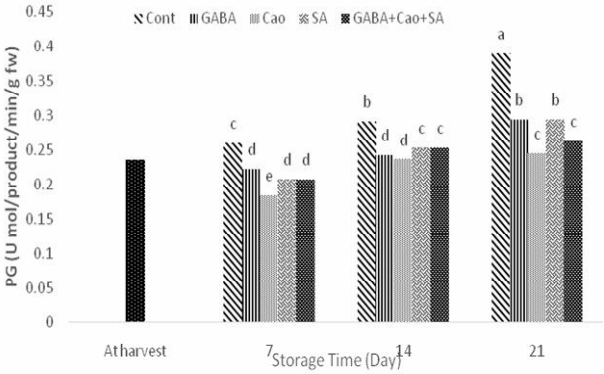


Fig 15 Effect of GABA, calcium oxide and salicylic acid on thepolygalactronase enzyme activityof Senna variety of tomato in storage at 1±4˚C and relative humidity of 85%.Similar letters indicate no significant difference at the one percent probability level for Duncan's multiple range test.

میزان فعالیت آنزیم‌های دیواره سلولی با غلظت کلسیم رابطه معکوس دارد بدین‌صورت وجود میزان کافی کلسیم در گیاهان از تخریب دیواره سلولی جلوگیری کرده و باعث کاهش تولید اتیلن و عدم تخریب دیواره سلولی می‌گردد. در واقع کلسیم با جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های پکتولیتیکی منجر به کاهش تجزیه دیواره سلولی می‌گردد [۳۹]. سالیسیلیک اسید با جلوگیری از بیان ژن‌های آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی و جلوگیری از فعالیت آن‌ها سبب کاهش میزان فعالیت می‌گردد [٤٥]. گابا به عنوان یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی از طریق تأثیر بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و ممانعت از فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی سبب جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده می‌گردد [۳۷].

٤-نتیجه‌گیری کلی

با توجه به ارزش غذایی و جایگاه ویژه گوجه‌فرنگی در بین سبزی‌ها که سرشار از آنتی‌اکسیدان و ویتامین ث است و خاصیت تغذیه ای آن سبب جلوگیری از انواع بیماری‌ها می‌گردد، تلاش در حفظ و بهبود ویژگی‌های کیفی در زمان پس از برداشت این محصول حائز اهمیت است. استفاده از اکسید کلسیم ۰,۵٪ منجر به حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی گوجه‌فرنگی گشته است لذا با توجه به نتایج به دست‌آمده استفاده از اکسید کلسیم ۰,۵٪ بهترین تیمار برای انبارمانی گوجه‌فرنگی در طول فرایند ذخیره‌سازی است لذا پیشنهاد می‌گردد به منظور کاهش ضایعات در طی انبار و حمل و نقل در گوجه‌فرنگی استفاده شود.

٥-منابع

[1] Zapata, J. P. Guillen, F. Romero, D. M. Castillo, S. Valero, D. and Serrano, M. (2008). Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycoporicon* Mill) quality. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 88: 1287-1293.

[2] Ahmadi, P. (2014). The effect of oral coatings of chitosan, nano-chitosan, methylcellulose and pectin on postharvest shelf life and quality characteristics of pomegranate fruit. Master Thesis. Shiraz university.

[3] Bifani, V. Ramírez, C. Ihl, M. Rubilar, M. García, A. and Zaritzky, N. (2007). Effects of murta (*Ugni molinae Turcz*) extract on gas and water vapor permeability of carboxy methyl cellulose-based edible films. LWT- Food Science and Technology, 40: 1473-1481.

[4] Malakouti MJ and Rezaei H.(2001). The role of sulfur, calcium and magnesium in increasing yield and improving the quality of agricultural products Publication of agricultural education.

[5] Wonsheree T. Kesta S. and Vandoorn W.G. (2009). The relationship between chilling injury and membrane damage in lemon basil (*Ocimumcitriodourum*) leaves. Postharvest Biology and Technology, 51: 91–96.

[6] Kinnersley, A. M. and Turano, F. J. (2000). 'Gamma aminobutyric acid (GABA) and plant responses to stress'. Critical Reviews in PlantSciences, 19: 479-509.

[7] Talaei, A. Askari Sarcheshmeh, M. A. Bahadoran, F. and Sharafatian, D. (2004). Study of the effects of hot water treatments and polyethylene coating on storage life and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

quality of pomegranate fruit (Mels Saveh cultivar). Iranian Journal of Agricultural Sciences.

[8] Pongener, A. B. Mahajan,V. C. and H. Singh. (2011). Effect of different packaging films on storage life and quality of peach fruits under cold storage conditions. Indian J. Hortic. 68: 240-245.

[9] Parvaneh, V. (1998).Quality control and chemical analysis of foods. Theran University Publications 1481. in Farsi).

[10] Jalili Marandi, 2012. Postharvest physiology. Urmia University Jihad Publications. Urmia.192.

[11] Ding, C.Y, Wang, K and Gross, L. (2001). Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. Plant Sci. 161: 1153-1159.

[12] Lutts, S. Kinet, J.M. and Bouharmont, J. (1996). Nacl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance, Annals of Botany, 78:389-398.

[13] Guadarrama-Lezama AY, Jaramillo-Flores E, Gutiérrez-López GF, Perez-Alonso C, Dorantes-Álvarez L. and Alamilla-Beltrán L. (2014). Effects of storage temperature and water activity on the degradation of carotenoids contained in microencapsulated chili extract. Drying Techn *32* (12), 1435-1447.

[14] Alizade-Dashqapu, M. Esna-Ashari, M. Hajiloo, J. and Asghrpur, M. (2011). Effect of CaCl2 and exogenous putrescine on post-harvest life and quality of peach (*Prunus persica* L.) Batch fruit, CV. 'JH Hale'. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology, 5: 40-45.

[15] Boominathan, R. and Doran, P. M. (2002). Ni induced oxidative stress in roots of the Ni hyperaccumlator, Alyssum bertoloni. New phytologist, 156: 202-205.

[16] Isfendiyaroglu, M. Zeker, E. (2002). The relation between phenolic compoud andseed dormancy in pistachios and almond. Chieres Optins Mediterrsneenes,56:232–277.

[17] Fish,w.w.perkins-veazie,p and Collins, j.k.j. (2002).Tomato lycopene measuring by butylate hydroxyl toluene.Journal of food composition and Analysis 15:309-317.

[18] Zaharah, S. S. and Singh, Z. (2011). Mode of action of nitric oxide in inhibiting ethylene biosynthesis and fruit softening during ripening and cool storage of 'Kensington Pride' mango. Postharvest Biology and Technology. 62: 258-266.

[19] Valero, D. and Serrano, M. (2010). Postharvest biology and technology for preserving fruit quality. CRC Press. 287 pages.

[20] Koushesh Saba M andSogva,r O. B. (2016). Combination of carboxymethyl cellulose-based coatings with calcium and ascorbic acid impacts in browning and quality of fresh-cut apples. Lebensm. Wiss- Food Science and Technology 66:165– 171.

[21] Zheng, Y. and Zhang, Q. (2004). Effects of polyamines and salicylic acid on postharvest storage of 'Ponkan' mandarin. Journal of Acta Horticulturae, 632: 317–320.

[22] Makino, Y. Soga, N. Oshita, S. Kawagoe, Y. and Tanaka, A. (2008). Stimulation of γaminobutyric acid production in vine-ripe tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits under modified atmospheres. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56: 7189-7193.

[23] Dehli, K. C. and D. D. Hamann. (1997). Structural failure in selected raw fruits and vegetables. J. Texture Stud. 19: 371-400.

[24] Soleimani Aghdam MS, Flaherty, E. J. and Shelp, B. J.(2022). γ -Aminobutyrate Improves the Postharvest Marketability of Horticultural Commodities: Advances and Prospects. Front. Plant Science. 13:884572.

[25] Rastegar, S., Khankahdani, H. H., and Rahimzadeh, M.(2020). Effect of γ-aminobutyric acid on the antioxidant system and biochemical changes of mango fruit during storage. Journal of Food Measurement and Characterization 14, 778-789.

[26] Khaldbarin, B. and Islamzadeh, T.(2005). Mineral nutrition of excellent plants. Shizaz University Press, 902 pages.

[27] Barman, K. Asrey, R. and Pal, R. K. (2011). Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. Scientia Horticulturae, 130: 795-800.

[28] Behnamian, M. and Messiah, S. (2002).

The use of natural aromatic essential oil helps to maintain postharvest quality of crimson table grapes. Acta orticulturea 682: 1723-1729.

[38] Brummell, D. A.and Harpster, M. H. (2001). Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. Plant molecular biology, 47(1-2), 311-339.

[39] Martins, V., Soares, C., Spormann, S., Fidalgo, F., and Gerós, H. (2021). Vineyard calcium sprays reduce the damage of postharvest grape berries by stimulating enzymatic antioxidant activity and pathogen defense genes, despite inhibiting phenolic synthesis. Plant Physiol. Biochem. 162, 48–55..

[40] Edwards, R. A and F. H. Reuster. (1967). Pigment changes during the maturation of tomato fruit. Food Technol. Aust. 19: 352-357.

[41] Ebrahimzadeh A, Pirzad F, Tahanian H, and Soleimani Aghdam, M. (2019(. Influence of gum arabic enriched with GABA coating on oxidative damage of walnut kernels. Food Technology and Biotechnology 57(4):554-560.

[42] Wang Y, Luo Z,andHuang, H. (2014) Effect of exogenous γ-aminobutyric acid (GABA) treatment on chilling injury and antioxidant capacity in banana peel. Scientia Horticulturae 168:132–137.

[43] Zhu, S. Sun, L. Liu, M.and Zhou, J. (2008). Effect of nitric oxide on reactive oxygen species and antioxidant enzymes in kiwifruit during storage. Journal of Food Agricultural, 88: 2324–2331.

[44] Saeedi M, Mirdehghan SH, Nazoori F, Esmaeilizadeh M, and Koushesh Saba, M. (2022). Impact of calcium and γ-aminobutyric acid (GABA) on qualitative attributes and shelf life characteristics of fresh in-hull pistachio during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 187: 111863.

[45] Srivastava, M.K. and Dwivedi, U.N. (2000). Delayed ripening ofbanana fruit by salicylic acid. Plant Sci. 158: 87-96.

Tomatoes with the greatest emphasis on greenhouse tomatoes. Sotoudeh Publications, 105 pages.

[29] Yang, A. Cao, S. Yang, Z. Cai, Y. and Zheng, Y. (2011). γ-Aminobutyric acid treatment reduces chilling injury and activates the defence response of peach fruit. Food Chemistry. 129: 1619-1622.

[30] Lee, S.K. Kader, A.A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology., 20, 207 – 220.

[31] Akhtar, M.E. M Z. Khan, M.T. Rashid, Z. Ahsan and S. Ahmad. (2010). "Effect of potash application on yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.). Pakistan Journal Botany. 42(3): 695-1702.

[32] Rahemi, M. 2005. Post-harvest physiology. Shiraz University Press. Fourth Edition.

[33] Yu, C. Zeng, L. Sheng, K. Chen, F. Zhou, T. Zheng, X. and Yu, T. (2014). γAminobutyric acid induces resistance against *Penicillium expansum* by priming of defence responses in pear fruit. Food chemistry. 159: 29-37.

[34] Mahmoud Aliloo, b. (2016). Post-harvest application of gamma amino butyric acid and salicylic acid on the quality and shelf life of plum fruit of "Shablon" cultivar. Master Thesis of the Faculty of Agriculture, Urmia University.

[35] Serrano, M. Guillen, F. Martınez-Romero, D. Castillo, S and Valero, D.(2005). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. J. Agric. Food Chem. 53: 2741–2745.

[36] Shafiee, M. Taghavi, T.S. and Babalar, M. (2010). Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Journal of Scientia Horticulture, 124, 40-45.

[37] Martinez-Romero, D. Castillo, S. Valverde, J. M. Guillen, F. D. and Serrano, M. (2005).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of post-harvest application of gamma-aminobutyric acid, calcium oxide and salicylic acid on the quality and storage of tomatoes

Khoshhali, M. [1], Nazoori, F. [2*], Raghami, M. [3]

1. M.Sc. Graduate, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Valiasr University, Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.

ABSTRACT

In 2021, an experiment was conducted to study the quality and storage of 'Sena' variety of tomato by application of calcium oxide, gamma-aminobutyric acid and salicylic acid in the postharvest laboratory of department of horticultural sciences and engineering in Vali-e-Asr university of Rafsanjan. The statistical design of the experiment was a factorial in the form of a completely random design. The first factor included control (distilled water), 0.5% calcium oxide (CaO), gammaaminobutyric acid with 10 mM concentration (GABA), salicylic acid with a concentration of 0.5 mM (SA) and combined treatment (CaO + GABA + SA), and the second factor included 3 storage times (7, 14 and 21 days). The results of the experiment showed that the effect of the combined treatment was significant in maintaining the quantitative and qualitative characteristics of tomatoes. The lowest content of soluble solids, the lowest activity percentage of pectin methyl esterase enzyme, the highest amount of phenol and the highest water activity were observed in gamma-aminobutyric acid treatment. Compared to the control sample, salicylic acid treatment prevented up to 32% of ion leakage, and 2.5% maintained the weight, and maintained titratable acidity on 7th day comparing the first day. According to the results, the highest level of firmness, general acceptance, water activity and vitamin C belonged to calcium oxide treatment. The lowest amount of malondialdehyde and lycopene, the lowest level of polygalacturonase enzyme activity (0.09% reduction in activity compared to the control), the lowest microbial contamination (0.63% colony reduction compared to the control), the lowest percentage of ion leakage and frostbite belonged to calcium oxide treatment. In general, among the treatments, 0.5% calcium oxide and 10 mM gamma-aminobutyric acid treatments best maintained the quantitative and qualitative traits of tomato fruit and are suggested for its storage.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 06/ 24
Accepted 2022/ 08/ 20

Keywords:

Antioxidant compounds,
Enzyme activity,
Phenolic compounds,
Microbial contamination.

DOI: **10.22034/FSCT.19.128.207**
DOR: **20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8**

*Corresponding Author E-Mail:
f.nazoori@vru.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.23.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.207]