

بررسی اثر اسید اسکوربیک، اسید سیتریک و متابی سولفیت سدیم بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و اورگانولپتیکی برگه زردآلو (*Prunus armeniaca* L.) رقم جهانگیری

محمد حسینی^{۱*} - مصطفی مصطفوی^۲ - ابراهیم هادوی^۳ - مهدی رضائی^۴

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۶

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۸

چکیده

در اکثر مناطق در کشور ما برای تولید برگه زردآلو از گاز گوگرد جهت نگهداری و حفظ رنگ استفاده می‌شود که آلرژی‌زا و سرطان‌زا است. هدف اصلی این پژوهش استفاده از مواد جایگزین گوگرد در تولید برگه زردآلو بود. در این راستا میوه‌های زردآلو رقم جهانگیری قبل از خشک شدن در مقابل آفتاب تحت سه تیمار (اسیدسیتریک، اسیداسکوربیک و متابی سولفیت) هر کدام در دو سطح (۰/۵ و ۰/۷ درصد) قرار گرفتند و با یک نمونه‌ی شاهد مقایسه شدند. صفات کیفی برگه زردآلو از قبیل بریکس، pH، مقدار رطوبت برگه، شاخص قهوه‌ای شدن، اسیدیته و صفات ارگانولپتیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بدست آمده نشان داد که اثر تیمارهای مختلف اعمال شده روی صفات مورد ارزیابی، معنی‌دار است و کلیه‌ی تیمارهای اعمال شده اختلاف معنی‌داری با نمونه‌ی شاهد دارند. تیمار متابی سولفیت سدیم ۰/۷ درصد کمترین مقدار قهوه‌ای شدن را داشت ولی باعث سفتی بافت برگه گردید. تیمارهای اسیدسیتریک و اسیداسکوربیک نیز اثر معنی‌داری بر میزان قهوه‌ای شدن نسبت به شاهد دارند، برگه‌های حاصل از تیمار اسید سیتریک ۰/۷ کمترین میزان pH و اسیدیته را داشتند. از لحاظ صفات ارگانولپتیکی برگه‌های حاصل از تیمار اسیدسیتریک ۰/۷ درصد نسبت به بقیه تیمارها نرم تر و خوش طعم تر ارزیابی شدند این برگه‌ها همچنین رنگ و شکل ظاهری نسبتاً خوبی داشتند.

واژه‌های کلیدی: زردآلو، متابی سولفیت سدیم، اسید سیتریک، اسید اسکوربیک

مقدمه

برای کاهش مقدار آن یا استفاده از مواد جایگزین در برگه‌های خشک شده می‌تواند گامی به سوی سلامت جامعه باشد (۳). مهم‌ترین تغییر نامطلوب که در ماده غذایی خشک‌شده به وجود می‌آید «قهوه‌ای شدن رنگ» است (۲۰). در قهوه‌ای شدن رنگ، دو عامل آنزیمی و غیر آنزیمی مؤثر است (۱۴). برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن، به ویژه قبل از خشک‌شدن، میوه‌ها و سبزی‌ها تحت فرآیند گوگردزنی قرار می‌گیرد. دی اکسید گوگرد، هنگام خشک کردن و انبار کردن از قهوه‌ای شدن آنزیمی و غیر آنزیمی جلوگیری نموده (۷، ۱۸ و ۲۱) و ضمن کاهش خطر آلودگی میکروبی، از اسید اسکوربیک و کاروتنوئیدها محافظت می‌کند (۲۵). از سال ۱۹۸۶ اداره غذا و داروی ایالات متحده استفاده از دی اکسید گوگرد را به علت اثرات مضرش بر سلامتی انسان محدود نموده است. لذا امروزه محققان به دنبال ترکیباتی جهت جایگزین نمودن گوگرد می‌باشند (۴). حد مجاز و قابل قبول دی اکسید گوگرد در جهان حداکثر ۲۰۰۰ PPM می‌باشد ولی مقدار ۱۰۰۰-۸۰۰ PPM بهتر است (۱۷).

امروزه به طور گسترده‌ای از اسیدهای مختلف نظیر اسیدهای

زردآلو با نام علمی *Prunus armeniaca* از خانواده رزاسه^۵ یکی از خوشمزه‌ترین میوه‌ها در مناطق معتدله می‌باشد (۱۲). ایران پس از ترکیه مهم‌ترین تولیدکننده زردآلو در جهان می‌باشد (۱۲). میوه تازه و برگه زردآلو ارزش تغذیه‌ای بالایی دارند (۱۲). میزان ثبات رنگ، بالا بودن درصد مواد جامد و فیبری نبودن بافت در تولید برگه‌ی زردآلو اهمیت ویژه‌ای در بازار پسندی آن دارند (۳ و ۴). در اکثر مناطق تولیدی برگه‌ی زردآلو در ایران از گاز دی اکسید گوگرد جهت نگهداری و حفظ رنگ برگه‌ها استفاده می‌شود (۳). با توجه به ایجاد بو و طعم نامطلوب، آلرژی‌زایی و سرطان‌زایی این ماده، تلاش

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

(Email: hoseini58@yahoo.com)

*- نویسنده مسئول:

۴- استادیار گروه زراعت و باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

سولفیت سدیم استفاده گردیده است. پس از تولید برگه زردآلو صفات مختلف آن مورد ارزیابی قرار گرفته و برگه زردآلو رقم خبیهای و تیمار اسید اسکوربیک و اسید سیتریک به عنوان تیمار برتر انتخاب شده است. آکاپورام وهمکاران (۵) از متا بی سولفیت سدیم یک درصد جهت جلوگیری از تغییر رنگ چپیس سیب زمینی استفاده کردند و نشان دادند که متا بی سولفیت سدیم از تغییر رنگ چپیس و قهوه‌ای شدن آن جلوگیری می‌کند.

راکولی و همکاران در سال ۲۰۰۷ اثر بکارگیری اسید اسکوربیک و اسید سیتریک و ال-سیستین را برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن سیب زمینی برش خورده بررسی کردند و نشان دادند مواد بکار برده شده از فعالیت آنزیم‌های مؤثر در قهوه‌ای شدن جلوگیری می‌کنند (۱۹). ترو بارامی و همکاران (۲۳) در سال ۲۰۰۳ میوه‌های درون سردخانه را در محلول یک مول و ۰/۵ مول اسید سیتریک به مدت ۱۰ و ۳۰ دقیقه غوطه ور کردند و آنها را در دمای ۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد نگهداری کردند. نتایج نشان داد که قهوه‌ای شدن پوست میوه به طور چشم گیری کاهش پیدا می‌کند و بهترین تیمار، اسیدسیتریک ۱ مول با غوطه وری ۱۰ دقیقه در محلول بود. اسید سیتریک باعث کاهش pH، درصد ترکیبات فنولیک و تولید اتیلن شد در پژوهش ماریا کریستنا (۱۶) در سال ۲۰۰۵ برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن تکه‌های برش خورده گلابی بارتلت و سیب گلدن دلینشز، آنها را قبل از بسته بندی در محلولی حاوی ۰/۵ درصد اسید اسکوربیک و ۰/۵ درصد اسیدسیتریک و ۰/۵ درصد کلسیم کلراید غوطه ور کرد و در اتمسفر کنترل شده نگهداری نمود. نتایج نشان داد که اتمسفر کنترل شده به تنهایی نمی‌تواند از قهوه‌ای شدن تکه‌های برش خورده جلوگیری کند و تیمارهای اعمال شده در جلوگیری از تغییر رنگ مؤثرند. همچنین طی پژوهشی، پس از خشک کردن زردآلو به روش آفتابی و تونل خورشیدی، تعدادی از صفات برگه زردآلو اندازه گیری شد که روش خشک کردن خورشیدی نسبت به دیگر روش‌ها برتری داشت (۴).

امروزه در بازارهای داخلی و خصوصاً خارجی برگه‌هایی از قفسه‌های فروش انتخاب می‌شود که کمترین مقدار گوگرد را دارا باشند. هدف از این تحقیق در واقع پیدا کردن مواد جایگزینی برای گاز گوگرد در تولید برگه است که ضمن حفظ صفات کیفی برگه برای سلامتی بدن مضر نباشند.

مواد و روش‌ها

زردآلو از باغ کلسیون مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود تهیه گردید. رقم مورد مطالعه در این طرح رقم جهانگیری بود که قبل از تولید برگه برخی از صفات کمی و کیفی آن اندازه گیری شد. پس از آن زردآلوه‌ها شستشو شده، لپه شده (دو نیمه کردن) و هسته آن‌ها جدا

سیتریک، مالیک، فسفریک و اسکوربیک برای کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی استفاده می‌شود. مکانیسم عمل این اسیدها به این صورت است که با پایین آوردن pH بافت میوه یا سبزی، باعث کاهش یا به تاخیر افتادن پیشرفت واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌گردند (۱۷، ۱۸ و ۲۳). pH بهینه برای اکثر پلی فنل اکسیدازها در محدود ۴ تا ۷ بوده و در pH کمتر از ۳ فعالیت ناچیزی دارند (۱۱) غوطه وری در اسید اسکوربیک/اسید سیتریک می‌تواند قهوه‌ای شدن آنزیمی را به تاخیر اندازد، اما بر قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی اثری ندارد (۱۷ و ۱۸).

امروزه برای کنترل قهوه‌ای شدن و جلوگیری از تغییر رنگ از موادی مثل اسید اسکوربیک، اسید سیتریک و سولفیت‌های پتاسیم و سدیم به عنوان یک افزودنی به صورت غوطه وری استفاده می‌شود (۱۶). غوطه وری نه تنها یک روش برای استفاده‌ی افزودنی‌ها روی محصول فراوری شده است بلکه روشی برای جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های دخیل در قهوه‌ای شدن نیز می‌باشد (۱۶).

اسید اسکوربیک با احیای کوئینون و تبدیل آن به ترکیبات فنل اولیه مانع از انجام واکنش‌های بعدی که منجر به تولید رنگدانه‌ها می‌شود می‌گردد و به این ترتیب از قهوه‌ای شدن محصول جلوگیری می‌کند البته اثر اسید اسکوربیک در جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی موقتی است. پس از اینکه اسید اسکوربیک کاملاً احیا شد، اثر خود را به عنوان یک ماده‌ی ضد قهوه‌ای شدن از دست می‌دهد (۱۸).

متا بی سولفیت سدیم ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) یا سدیم پیرو سولفیت جهت ضد عفونی برخی از مواد غذایی مثل برگه‌های میوه استفاده می‌شود در صنعت شیلات برای جلوگیری از ایجاد لکه سیاه در میگو متابی سولفیت سدیم ۱۰ درصد به صورت غوطه وری مورد استفاده می‌گیرد (۲). متا بی سولفیت سدیم به عنوان یک احیا کننده، نگهدارنده مواد غذایی و سفید کننده در صنایع مختلف استفاده می‌شود. افزودن سولفیت به مواد غذایی پخته شده، ادویه‌ها، تنقلات و سایر فرآورده‌ها برای اکثر مردم عاری از خطر می‌باشد. اما در عده کمی از افراد باعث بروز ناراحتی‌هایی نظیر کهیر، حالت تهوع، اسهال، قطع موقت تنفس یا حتی ابتلا به شوک‌های خطرناک شده است (۳). به همین دلیل در سال ۱۹۸۶ اداره غذا و داروی ایالات متحده آمریکا عرضه یا فروش سولفیت را برای سبزی‌ها و میوه‌های تازه که صورت خام مصرف می‌شوند را ممنوع اعلام کرد (۳). میزان استفاده از سولفیت به‌عنوان ماده نگهدارنده در مواد غذایی بسته‌بندی شده و عمل‌آوری شده، باید بر روی برچسب محصول قید شود. سولفیت‌ها دسته‌ای از مواد شیمیایی هستند که برای حفظ تازگی سبزی‌ها و میوه‌ها و همچنین جلوگیری از تغییر رنگ برگه‌ی زرد آلو، کشمش و سایر میوه‌های خشک استفاده می‌شوند.

ابراهیمی در سال ۱۳۸۸ کیفیت برگه ارقام زردآلوی نوری دیررس، خبیهای و نصیری را مورد ارزیابی قرار داد. در این پژوهش به منظور تولید برگه زردآلو از اسید سیتریک، اسید اسکوربیک و متا بی

شدند و در داخل ظرفی صافی مانند چیده شدند و در محلول های آماده ای از اسید اسکوربیک ۰/۵ و ۰/۷ درصد، اسیدسیتریک ۰/۵ و ۰/۷ درصد و متابی سولفیت سدیم ۰/۵ و ۰/۷ درصد به نسبت مساوی به مدت ۳ دقیقه غوطه ور گردیدند. سپس در داخل طبق های چوبی چیده شدند و در مقابل آفتاب خشک و یک نمونه شاهد نیز جهت مقایسه در آفتاب خشک گردید. غلظت تیمارها بر اساس تحقیق مکورچی و همکاران (۱۵) در سال ۱۹۷۹، لمبرسبت (۱۳) در سال ۱۹۹۸ انتخاب شد و زمان غوطه وری طبق پژوهش ضیاءالحق (۳) در سال ۱۳۸۵ انتخاب شد. این آزمایش بصورت طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید.

اندازه گیری صفات

درصد رطوبت از روی اختلاف وزن بدست آمد (۴). pH نمونه از عصاره نمونه ها (۷۰ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب) پس از ۱۲ ساعت خیساندن توسط دستگاه pH متر اندازه گیری شد. اسیدیته بر حسب اسیدسیتریک و تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال محاسبه شد (۴). میزان قهوه ای شدن بر اساس روش بلوچ و همکاران (۶) اندازه گیری گردید. برای اندازه گیری صفات ارگانولپتیک از پنج نفر ارزیاب متخصص استفاده شد. سه نمونه از هر تیمار در روزهای مختلف در اختیار ارزیاب ها قرار گرفت و از آنها خواسته شد تا بر اساس روش آزمون پنج نقطه ای هدونیک^۱ به هر نمونه بر اساس هر یک از ویژگی های عطر و طعم، رنگ و بافت امتیازی بین ۱ تا ۵ داده شود. داده هایی که توزیع نرمال داشتند مورد تجزیه قرار گرفتند. داده ها با استفاده از نرم افزار کامپیوتری SAS.09 تجزیه و تحلیل آماری شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که تیمارهای اعمال شده اثر معنی داری در سطح ۰/۰۰۱ بر صفات طعم، شکل ظاهری، رنگ، سفتی، شاخص قهوه ای شدن، pH و رطوبت داشتند. این تیمارها بر روی صفات شاخص پذیرش کلی، اسیدیته در سطح ۰/۰۱ و بر صفت میزان قند محلول (بریکس) در سطح ۰/۰۵ معنی دار بودند. تیمار اسید سیتریک بهترین طعم را از نظر ارزیاب ها داشت در حالی که تیمارهای شاهد و متابی سولفیت سدیم طعم مناسبی نداشتند (جدول ۱) نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مختلف در صفت شکل ظاهری نشان می دهد که تیمارهای متابی سولفیت سدیم ۰/۵ و ۰/۷ درصد بیشترین (۴/۶۶) و تیمار شاهد کمترین (۲/۴۰) مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). بین تیمارهای اسید اسکوربیک ۰/۵ و ۰/۷، اسید سیتریک ۰/۵ و ۰/۷ به لحاظ

به کاربرد ترکیبات گوگردی نسبت داده شد (۹). درصد رطوبت برگه زردآلو در اثر تیمارهای مختلف کاهش معنی داری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۲). تیمار اسید سیتریک ۰/۷ درصد کمترین میزان رطوبت را داشت ولی کمترین تأثیر بر کاهش رطوبت برگه مربوط به تیمار اسید اسکوربیک بود (جدول ۲) و به همین دلیل برگه های تیمار شده با اسید اسکوربیک از نظر سفتی بهتر از سایر تیمارها بودند و تیمار اسید سیتریک برگه های سفت تری تولید کرد (جدول ۱). پایین تر بودن میزان رطوبت برگه باعث افزایش ماندگاری آن می شود. تیمارهای اسید سیتریک مخصوصاً در غلظت ۰/۵ درصد کمترین میزان اسیدیته و pH و بیشترین میزان قند را به خود اختصاص دادند (جدول ۲) و از نظر طعم نسبت به سایر تیمارها بهتر ارزیابی شدند (جدول ۱).

اسید اسکوربیک و اسید سیتریک اثر مثبتی بروی رنگ برگه داشتند (جدول ۱) اسیدسیتریک و اسید اسکوربیک باعث کاهش واکنش های قهوه ای شدن شدند (نمودار ۱) با این حال اثر آنها در کاهش واکنش قهوه ای شدن کمتر از متابی سولفیت سدیم بود ولی تیمار اسید سیتریک در سطح ۰/۷ درصد تفاوت معنی داری با متابی سولفیت سدیم نشان نداد (نمودار ۱). تیوتا و همکاران (۲۲) مشاهده کردند که اختلاف معنی داری بین اسید اسکوربیک و اسید سیتریک در تولید برگه وجود ندارد. ابراهیمی (۱) نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسید که اختلاف معنی داری بین اسید اسکوربیک و اسیدسیتریک وجود نداشته و تیمار مخلوط اسیدسیتریک و اسید اسکوربیک بهترین اثر را دارند. نتایج این پژوهش نشان گر این است که تیمار اسید سیتریک از لحاظ ویژگی های ارگانولپتیک و سفتی نسبت به تیمارهای متابی سولفیت سدیم و اسید اسکوربیک ارجحیت دارد (جدول ۱ و ۲). از آنجا که رنگ و شفاف بودن یکی از فاکتورهای مهم کیفی برگه زردآلو می باشد و تیرگی و رنگ قهوه ای از صفات منفی در برگه به شمار می آید می توان به جای تیمار گوگردزنی با توجه به آلرژی زا بودن آن و اثرات مضر که بر

نتیجه گیری

از آنجا که ثبات رنگ و شکل ظاهری برگه زردآلو از صفات کیفی مهم هستند تحقیق در این زمینه می تواند ضمن تولید، فرآوردهایی با کیفیت بالا، نقش زیادی در اقتصاد تولید کنندگان ایفا کند. از طرف دیگر استفاده از مواد شیمیایی مضر چون گوگرد باعث از دست دادن بازارهای رقابتی در سطح جهانی خواهد شد. این تحقیق نشان داد که استفاده از اسید سیتریک در تولید برگه زردآلو می تواند راهکار مناسبی برای جلب نظر مصرف کننده باشد.

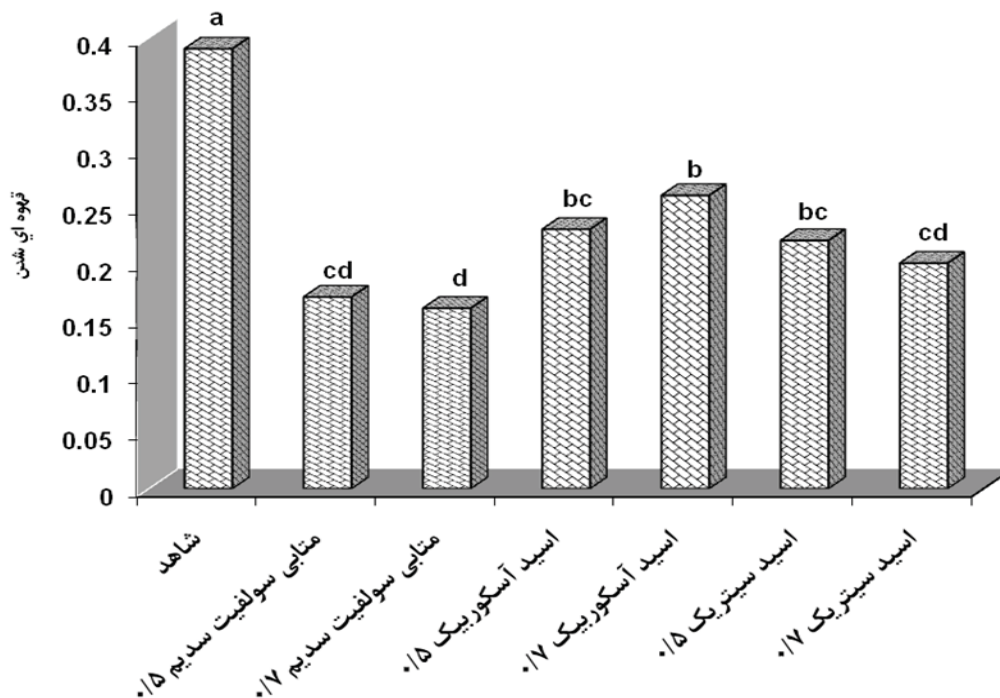
سلامتی انسان دارد از غوطه ور کردن نمونه‌ها در محلول اسید سیتریک و اسید آسکوربیک استفاده نمود که جزء افزودنی های مجاز می باشند و نقش به سزایی در ثبات صفات کمی و کیفی برگه‌ها دارند. اسید آسکوربیک با احیای کوئینون از قهوه‌ای شدن محصول جلوگیری می کند (۱۶ و ۲۴).

هزینه‌ی تیمار اسید آسکوربیک بالا می باشد و اسید آسکوربیک ناپایداری بیشتری دارد و اثر آن موقتی است (۳) از طرف دیگر اسید آسکوربیک باعث افزایش ویتامین C برگه می شود (۴). تیمار اسید سیتریک پایداری بیشتری نسبت به اسید آسکوربیک داشته و ارزان تر است.

جدول ۱- میانگین صفات ارگانولپتیک (طعم، شکل ظاهری، رنگ و سفتی) اندازه گیری شده در برگه زردآلو پس از انجام تیمارهای شیمیایی

تیمارها	طعم	شکل ظاهری	رنگ	سفتی
شاهد	۳/۵ ^d	۲/۵ ^c	۲/۷۵ ^c	۴/۲۵ ^a
متابلی سولفیت سدیم ۰/۵ درصد	۳/۷ ^{cd}	۴/۸ ^a	۴/۳ ^{ab}	۳/۵ ^b
متابلی سولفیت سدیم ۰/۷ درصد	۳/۶ ^d	۴/۷ ^a	۴/۵ ^a	۲/۷ ^{cd}
اسید آسکوربیک ۰/۵ درصد	۳ ^c	۳/۸ ^b	۳/۸ ^{bc}	۳/۷ ^{ab}
اسید آسکوربیک ۰/۷ درصد	۴/۵ ^b	۴ ^b	۳/۵ ^{cd}	۳/۳ ^{bc}
اسید سیتریک ۰/۵ درصد	۵ ^a	۳/۷ ^b	۳/۲ ^{de}	۲/۷ ^{cd}
اسید سیتریک ۰/۷ درصد	۵ ^a	۳/۸ ^b	۳/۴ ^{cde}	۲/۴ ^d

۱-۵: بسیار بد- عالی



نمودار ۱- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف در صفت شاخص قهوه‌ای شدن

جدول ۲- مقایسه میانگین میزان قهوه ای شدن، اسیدیته، میزان قند، pH و درصد رطوبت برگه های زردآلو پس از تیمارهای شیمیایی

رطوبت (درصد)	pH	قند (درصد)	اسیدیته	صفات تیمارها
۱۱/۳۴ ^a	۵/۵۰ ^a	۱۰/۷۸ ^{ab}	۰/۱۶۵ ^a	شاهد
۱۰/۵ ^{bc}	۶/۰۳ ^a	۱۰/۳۸ ^{abc}	۰/۱۴ ^b	متابی سولفیت سدیم ۰/۵ درصد
۹/۸۰ ^{de}	۵/۳۰ ^b	۱۰/۵۶ ^{abc}	۰/۱۷ ^a	متابی سولفیت سدیم ۰/۷ درصد
۱۱/۱۰ ^{ab}	۴/۹۵ ^c	۹/۷ ^c	۰/۱۲ ^c	اسیدآسکوربیک ۰/۵ درصد
۱۰/۱۱ ^{cd}	۴/۲۰ ^d	۱۰/۹ ^a	۰/۰۷ ^d	اسیدآسکوربیک ۰/۷ درصد
۱۰ ^{de}	۴/۳۰ ^d	۱۱/۰۳ ^a	۰/۰۴ ^e	اسیدسیتریک ۰/۵ درصد
۸/۵۵ ^e	۳/۹۸ ^e	۹/۸۷ ^{bc}	۰/۰۳ ^e	اسیدسیتریک ۰/۷ درصد

منابع

- ۱- ابراهیمی ح. ۱۳۸۸. بررسی اثر پنج روش مختلف خشک کردن برگه روی سه رقم زردآلو (خیبه ای ۲، نصیری و نوری دیررس). پایان نامه کارشناسی ارشد.
- ۲- آزموده ع. ۱۳۸۰. تعیین میزان نفوذ متابی سولفیت سدیم در بافت خوراکی میگو دریایی بندر عباس، ص ۵۰-۳۹.
- ۳- برزگر ع. ۱۳۷۴. در انتظار صادرات زردآلوی مرغوب ایران، گزارش ویژه، ۷۰۲، ص ۲۶-۲۰.
- ۴- ضیاء الحق س.ح.ر. ۱۳۸۵. بهینه سازی روش سنتی تولید برگه زردآلو از مناطق تولید به منظور بهبود خواص کیفی وحذف گوگرد، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی شماره ۸۵/۱۲۲۹
- 5- Akpapuram M.A, and Abiante D.A. 1991, Processing and quality evaluation of sweet potato chips, plant foot for haman nutrition, 14, 291, 297
- 6- Baloch A.K., and Edward R.A. 1973. Measurement of nonenzymic browning of dehydrated carrot, J. Sci, Fd. Agric. 24:389-398
- 7- Bolin H.R., and Steele R.J. 1987, Non enzymatic browning of dried apples during storage, J. Food Sci. 52: 1654-1657
- 8- Burton H.S., Noide M., and Nouri T. 1963. The role of unsaturated carbonyl compounds as intermediates and of SO₂ as an inhibitor of browning. J. Food. Sci. Agr. 14:911-916.
- 9- Cecil J.S. 1992. The implications of delayed sulphoring on dried apricot quality. <http://www.Sardi.Sa.gov.au/.R/11/92>.
- 10- Dijkstra L., and Walker J. 1991. Enzymatic browning in apricots, J. Sci. Food Agric. 54(2): 229-234.
- 11- F.A.O. 2006. A.A.O. products year book at :<http://www.fao.org>.
- 12- Janick J., Paull E.R. 2008. The Encyclopedia fruits and nuts. CABI.
- 13- Lambrecht H.S. 1995. Substitutes for the prevention of enzymatic browning in food. ACS. Symposium. Series. 600:313-323.
- 14- Lee F. A. 1975. Water and Solutions. In Basic Food Chemistry. The AVI Pub. Company Inc., Westport, C. T.
- 15- Makerjee P.K. 1979. Control of browning in frozen mango. Science and culture. 45.(4):166-167.
- 16- Maria C. and Riccardo M. 2005. Minimally processed fruits: an update on browning control, stewart postharvest review, department of food science and technology, university of Tuscia, Viterbo, Italy.
- 17- Pala M., Mahmutoglu T., and Saygi B. 1996, Effect of pretreatments on the quality of open-air and solar dried apricots, Nahrung /Food, 40, 137-141
- 18- Pongsuriya K., Noriyuki I., Mitsuya S. 2007. Effect of ascorbic acid on the odours of cloudy apple juice, Food chemistry. 100: 1342-1349
- 19- Rocculi P., Galindo F.G, Mendoza F., Lars Wadsö L, Santina Romani S., Marco Dalla Rosa M. and Ingegerd Sjöholm I. 2007. Effects of the application of anti-browning substances on the metabolic activity and sugar composition of fresh-cut potatoes Postharvest Biology and Technology. V 43(1): 151-157.
- 20- Reynolds S. 1993. Packaging and Storing Dried Foods. Third Edition published. The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences.
- 21- Taylor S.L., Higley N.A., and Bush R.K. 1986. Sulphides in foods: uses, analytical methods, residues, fate, exposure assessment, metabolism, toxicity and hypersensitivity. Adv. In Food Res. 30: 1-70
- 22- Teato S.S., Mhta S.L., and Tomar M.C. 1976. Study on dehydration of tropical fruits in Uttar Pradesh: Mango. Indian Food Packer. vol. 30.(6):.15-19.
- 23- Terdbaramae U., Ratanakhanokchai K., and Kanlaganarat S. 2003. Effect of citric acid on the control of postharvest browning of lychee fruit under cold storage, ISHS, Acta Horticulturae, 628.
- 24- Wedzichaqa B.L. 1987. Review: Chemistry of sulphure dioxide in vegetable dehydration. Int. J. Food Sci. Technol. 22: 433-450.