

کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی برگه‌های گلابی با استفاده از اسید سیتریک

اصغر خسروشاهی اصل و شهین زمردی*

* به ترتیب دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، نشانی: ارومیه، کیلومتر ۱۱ جاده سرو، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ص. پ. ۱۶۵، دورنگار: ۲۷۷۹۵۵۸ (۰۴۴۱)، پیام‌نگار: a.khosrowshahi@mail.urmia.ac.ir و عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۱۰/۶، تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۱/۷

چکیده

به منظور حفظ رنگ برگه گلابی از واکنش‌های قهوه‌ای شدن، طرحی به صورت آزمایش‌های فاکتوریل در قالب پایه‌های کاملاً تصادفی با ۳ فاکتور و سه تکرار در سال ۱۳۸۲ در مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی به اجرا درآمد. فاکتور اول رقم گلابی در ۲ سطح شاه میوه و ویلیامز، فاکتور دوم زمان فرو بردن برش‌ها در محلول اسیدی در ۲ سطح ۵ و ۱۰ دقیقه و فاکتور سوم غلظت اسید در ۳ سطح صفر، ۱ و ۲ درصد بود. گلابی پس از آماده‌سازی به روش آفتابی مستقیم خشک شد. نتایج تجزیه حاکی از تاثیر معنی‌دار رقم و غلظت اسید بر مقدار رطوبت، اسیدیته، pH، قابلیت جذب آب برگه‌ها و دانسیته نوری است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش غلظت اسید تا ۱ درصد شدت رنگ و یا به عبارتی تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای کاهش پیدا می‌کند ولی افزایش آن تا ۲ درصد تاثیر معنی‌داری ندارد. مقایسه میانگین‌های مربوط به امتیازات رنگ، طعم و مزه نشانگر این است که گروه پانل رنگ، طعم و مزه برگه‌های حاصل از رقم ویلیامز را ترجیح داده‌اند. بر اساس نتایج حاصل، برای حفظ رنگ برگه گلابی از واکنش‌های قهوه‌ای شدن استفاده از اسیدسیتریک با غلظت ۱ درصد و به مدت ۵ دقیقه و از رقم ویلیامز توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی

اسید سیتریک، برگه گلابی، خشک کردن خورشیدی، دانسیته نوری، قهوه‌ای شدن آنزیمی

مقدمه

قرار دارند. بر اساس همین آمار میزان تولید گلابی در ایران ۱۹۰/۸ هزار تن گزارش شده است (Anon, 2005). به دلیل کوتاه بودن دوره عرضه گلابی تازه و مشکلات موجود در ذخیره‌سازی و انبارداری آن، همه ساله مقدار زیادی گلابی ضایع می‌شود. یکی از راه‌های جلوگیری از ضایعات و افزایش ارزش افزوده گلابی، تولید برگه آن است.

گلابی در سطحی وسیع در جهان تولید می‌شود. بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی جهان در سال ۲۰۰۴ کشور چین با تولید بیش از ۱۰ میلیون تن گلابی در سال اولین کشور و آمریکا، ایتالیا، اسپانیا، آرژانتین، آلمان، ژاپن، افریقای جنوبی، ترکیه، و کره نیز به ترتیب در مقام‌های دوم تا دهم

وضعیت عمومی محصول در حین خشک شدن دارند (Parting *et al.*, 1972; Santerre *et al.*, 1988; Sapers, 1993; Sapers & Ziolkowski, 1987). گورنی و همکاران (Gorny *et al.*, 1998) گزارش دادند که فروبردن برش‌های گلابی در محلول حاوی ۲ درصد اسید اسکوربیک و ۱ درصد کلرور کلسیم به مدت ۱ دقیقه از قهوه‌ای شدن سطح گلابی به طور موثر جلوگیری می‌کند. دونگ و همکاران (Dong *et al.*, 2000) نشان دادند که محلول حاوی ۱ درصد اسیداسکوربیک و ۱ درصد لاکتات کلسیم در جلوگیری از تغییر رنگ گلابی رقم آنجیو بسیار موثر است. این محققان همچنین گزارش دادند که فرو بردن برش‌های گلابی در ترکیب ۰/۱ درصد ۴ هگزیلرزورسینول (4-HR)، ۰/۵ درصد اسید اسکوربیک و ۱ درصد لاکتات کلسیم به مدت ۲ دقیقه، از قهوه‌ای شدن گلابی‌های ارقام آنجیو، بارتلت و بوسک جلوگیری می‌کند. گورنی و همکاران (Gorny *et al.*, 2002) نشان دادند که فرو بردن برش‌های گلابی در محلول ۲ درصد اسید اسکوربیک، ۱ درصد لاکتات کلسیم و ۰/۵ درصد سیستین در pH برابر ۷ از قهوه‌ای شدن سطح گلابی به طور موثر جلوگیری می‌کند. کیم و همکاران (Kim *et al.*, 2005) برای کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی گلابی از عصاره استخراجی پیاز در آب استفاده کردند و نشان دادند این مواد فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز را مهار و از این طریق از قهوه‌ای شدن سطح گلابی به طور موثر جلوگیری می‌کند. پارپینلو و همکاران (Parpinello *et al.*, 2002) علاوه بر سیستم آنزیمی گلوگز اکسیداز از اسیداسکوربیک و پراکسیداز نیز برای کنترل قهوه‌ای شدن پوره‌های سیب و گلابی استفاده کردند و نشان دادند اسیداسکوربیک از سایر تیمارهای مورد استفاده در این مطالعه در جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی موثرتر بوده است. روسیلی و همکاران (Rocculi *et al.*, 2004) نشان دادند که استفاده از محلول‌های آبی ۰/۵ درصد اسیداسکوربیک و ۰/۵ درصد

برگه گلابی با وزن و حجم کمتر، بسته‌بندی ارزان‌تر، ماندگاری و عمر مفید زیادتر شرایطی مناسب برای صادرات دارد. یکی از مشکلاتی که در تهیه برگه گلابی پیش می‌آید تیره شدن رنگ آن پس از پوست‌گیری است. این پدیده ناشی از تشکیل یک‌سری ترکیبات پیچیده و پلی‌مرهای رنگی در اثر واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی است که موجب می‌شود به بافت، عطر، طعم و حتی به ظاهر میوه آسیب برسد (Coseteng & Lee, 1981; Nary & Brekke, 1992; Santerre *et al.*, 1988; Sapers, 1993; Zomorodi & Razaii, 2001). جهت جلوگیری از این واکنش‌ها، از آنزیم‌بری استفاده می‌شود. یکی از متداول‌ترین روش‌های آنزیم‌بری استفاده از حرارت برای غیرفعال کردن فعالیت آنزیم است که اگر چه در بسیاری از موارد سودمند و موثر است اما نمی‌توان این روش را در تمام مواد به کار گرفت، زیرا حرارت ممکن است به بافت برخی از میوه‌ها صدمه بزند. از طرفی، حرارت می‌تواند ساختمان سلول‌ها را در هم ریزد و از این طریق زمینه را برای پاره‌ای از تغییرات نامطلوب فراهم سازد (Krokida *et al.*, 1998; Sapers & Ziolkowski, 1987). یکی دیگر از روش‌ها استفاده از دی‌اکسید سولفور و مشتقات آن است. این ترکیبات به طور موثر از قهوه‌ای شدن آنزیمی جلوگیری می‌کنند ولی به دلیل آثار زیان‌آور آنها در سلامت انسان استفاده از آن محدود شده است (Spers & Ziolkowski, 1987). لذا یافتن روشی مناسب که برای سلامت انسان نیز مضر نباشد اهمیت می‌یابد.

کاهش pH با استفاده از اسید راهی مناسب‌تر برای جلوگیری از این نوع واکنش‌هاست، زیرا فعالیت پتیمیم پلی‌فنل‌اکسیدازها در pH بین ۵ تا ۷ است. با افزودن اسیدهایی نظیر اسیداسکوربیک، اسیدسیتریک، اسیدمالیک، یا بعضی از اسیدهای ارگانیک قابل مصرف می‌توان فعالیت پلی‌فنل‌اکسیداز را مهار کرد. این اسیدها اثر مهمی بر رنگ و

کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی برگه‌های گلابی با استفاده ...

۱۰- گلابی ویلیامز (Williams) انگلیسی که در امریکا به گلابی بارتلت (Bartlot) معروف است. این گلابی در تاریخ بیستم شهریورماه پس از رشد کامل و زمانی برداشت شد که سفت بود و مدت ۱۰ روز در انبار با دمای حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید تا نرم شود و سپس عملیات خشک‌شدن روی آن انجام گرفت (میزان سفتی بافت آن در جدول ۱ آمده است).

۱۱- اسیدسیتریک خالص

روش‌ها

روش خشک‌کردن

گلابی‌های سالم و بی‌عیب با اندازه و شکل مناسب انتخاب شدند و پس از شستشو، پوست‌گیری و جداکردن مغز به شکل حلقه‌های متحدالشکل و یکنواخت به قطر یک سانتی‌متری بریده شدند. برای آنزیم‌بری، برش‌های گلابی در محلول‌های صفر، ۱ و ۲ درصد اسید سیتریک به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه فرو برده شدند. پس از آب‌چک شدن به صورت یک لایه روی سینی‌های پلاستیکی چیده و به ردیف در معرض مستقیم آفتاب قرار داده شدند. برگه‌ها پس از رسیدن به رطوبت حدود ۱۷ تا ۱۹ درصد، جمع‌آوری و تا زمان آزمایش، در کیسه‌های پلاستیکی نگهداری شدند.

روش‌های آزمایش: مواد جامد انحلال‌پذیر گلابی به روش

رفراکتومتری، اسیدیته آب گلابی به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال (بر حسب اسیدمالیک)، pH آب گلابی و محلول ۱۰ درصد برگه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر و رطوبت برگه‌ها با استفاده از خشک‌کردن در آون معمولی با دمای 100 ± 2 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. برای تعیین راندمان خشک‌شدن نیز ۵ کیلوگرم گلابی از هر تیمار در معرض آفتاب قرار داده شد تا خشک شود. پس از

اسیدسیتریک، قهوه‌ای شدن آنزیمی برش‌های سیب رقم گلندن دلشیز را کاهش می‌دهد. شیمی (Shimi, 1993) برای غیرفعال کردن آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز از اسیداسکوربیک در غلظت‌های مختلف استفاده کرد و نشان داد که فرو بردن برش‌های سیب در محلول یک درصد اسیداسکوربیک به مدت ۱۵ دقیقه برای غیرفعال کردن آنزیم‌ها مناسب است. نوگوروا (Nogueira, 1977) برش‌های سیب را با استفاده از بخار، محلول اسیداسکوربیک و محلول سولفور آنزیم‌بری و خشک کرد. نتایج نشان داد بهترین تیمار از نظر عطر و طعم مربوط به روش آنزیم‌بری با بخار و بهترین رنگ مربوط به تیمار SO_2 است ولی این تیمار از نظر عطر و طعم مطلوب نبود.

هدف از این پژوهش تعیین غلظت مناسب اسید سیتریک جهت جلوگیری از قهوه‌ای شدن برگه‌های گلابی است.

مواد و روش‌ها

مواد و لوازم

- ۱- پنترومتر دستی (Fruit-Tester) ساخت انگلیس
- ۲- pH متر مدل 691-Metrohm ساخت سوئیس
- ۳- اسپکتروفتومتر Pharmacia با طول موج مرئی ساخت انگلیس
- ۴- رفاکتومتر دستی مدل Garlzeiss Jena ساخت آلمان
- ۵- آب میوه‌گیری سه‌کاره ناسیونال ساخت ایران
- ۶- فور Memmert ساخت آلمان
- ۷- ترازوی حساس مدل Sartorius BP 210S با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم ساخت آلمان
- ۸- طبق‌های پلاستیکی با چارچوب چوبی در اندازه‌های ۴۵×۸۰ سانتی‌متری
- ۹- گلابی شاه‌میوه اصفهان که در پانزدهم شهریورماه در زمان رسیدگی مناسب برداشت و بلافاصله عملیات خشک‌شدن روی آن اجرا شد.

طعم و مزه بررسی کنند. از هر تیمار، ۲۰ نمونه یکسان تهیه و با فرم مخصوصی که دارای مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای بود به داوران داده شد تا با توجه به ذائقه خود فرم‌ها را تکمیل کنند. برای این منظور امتیاز ۵ برای کیفیت مطلوب و امتیاز ۱ برای کیفیت نامطلوب اختصاص داده شد. فرم‌های تکمیل شده شامل ارزیابی کلی مصرف کننده به صورت یک ارزش عددی در آورده شد و تجزیه واریانس گردید.

طرح با استفاده از آزمایش‌های فاکتوریل در قالب پایه‌های کاملاً تصادفی در ۳ تکرار و ۳ فاکتور تجزیه آماری شد. فاکتور اول رقم گلابی در ۲ سطح، فاکتور دوم زمان فرو بردن در ۲ سطح و فاکتور سوم غلظت اسید در ۳ سطح است.

نتایج و بحث

میانگین نتایج آزمایش‌های کیفی ارقام گلابی مورد استفاده برای خشک کردن در جدول ۱ آمده است. به طور کلی ترکیبات محصولات کشاورزی بسته به خصوصیات آب و هوایی، نوع خاک، رقم و سایر عوامل محل کشت متفاوت است.

با افزایش مقدار اسید، pH به مقدار جزئی تغییر کرده است زیرا اسیدسیتریک، اسیدی ضعیف است و در آب به مقدار کم یونیزه می‌شوند (جدول ۲).

خشک شدن، برگه‌های حاصل توزین و راندمان تولید برگه محاسبه شد. برای تعیین سفتی بافت، پس از برداشتن لایه پوست روی میوه (از دو طرف قرینه هم)، پروب پنترومتر دستی با قطر ۰/۸ میلی‌متر به داخل گوشت میوه فرو برده شد و میزان سفتی بافت بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع قرائت گردید (Rasoulzadegan, 1996). به منظور سنجش میزان مواد رنگی یا رنگدانه‌های قهوه‌ای تشکیل شده به هنگام فرایند خشک کردن محصول، ۸ گرم از نمونه‌های همگن شده محصول نهایی، آسیاب و به ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل و پس از افزودن ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول اتانول ۵۰ درصد حجمی به آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. آنگاه محصول با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۲ صاف شد. میزان جذب نور و به بیانی دیگر میزان دانسیته نوری آن که معرف میزان رنگدانه‌های قهوه‌ای تولید شده در جریان واکنش‌های قهوه‌ای شدن بود با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Sapers & Douglas, 1978).

رنگ، طعم و مزه را گروه ارزیاب حسی با استفاده از آزمایش تمایل مصرف کننده و روش هدونیک ۵ نقطه‌ای تعیین کرد. بیست داور با استفاده از آزمایش تشخیص درجه یا سطح کیفیت انتخاب شدند تا نمونه‌ها را از لحاظ فاکتورهای کیفی که با حواس قابل درک هستند مثل رنگ،

جدول ۱- خواص کیفی گلابی‌های تازه

نام رقم	مواد جامد انحلال پذیر (بریکس)	درصد اسیدیته (بر حسب اسید مالیک)	pH	بریکس به اسیدیته	سفتی بافت (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)
شاه میوه اصفهان	۱۶/۸	۰/۲۲	۴/۱	۷۶/۳۶	۷/۸۰
ویلیامز	۱۳/۰	۰/۶۵	۳/۲۰	۲۰	۵/۸۵

آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد و اعداد داخل جدول میانگین سه تکرار هستند.

کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی برگه‌های گلابی با استفاده ...

جدول ۲- اسیدیته و pH محلول‌های اسید مورد مصرف

pH	اسیدیته (درصد)	محلول اسید سیتریک (درصد)
۱/۹	۱/۳	۱
۱/۷	۲/۴	۲

آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد و اعداد داخل جدول میانگین سه تکرار هستند.

این رقم نیز اسیدیته بیشتر و pH کمتری دارند. قهوه‌ای شدن برگه‌های حاصل از رقم شاه‌میوه اصفهان بیشتر از برگه‌های گلابی ویلیامز و به عبارت بهتر رنگ برگه‌های حاصل از گلابی رقم ویلیامز روشن‌تر است. شاید دلیل آن پایین بودن pH رقم ویلیامز باشد، چون در pH پایین‌تر فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنل‌اکسیداز، که عامل قهوه‌ای شدن هستند، کمتر است.

مقایسه میانگین‌ها حاکی از این است که درصد رطوبت و اسیدیته برگه‌های حاصل از گلابی شاه‌میوه اصفهان در مقایسه با برگه‌های گلابی ویلیامز کمتر ولی pH و قابلیت جذب آب آن بیشتر است (جدول ۳). این اختلاف (با توجه به جدول ۱) مربوط به ترکیبات رقم میوه مورد استفاده برای خشک کردن است. گلابی شاه‌میوه اصفهان اسیدیته بالاتر و pH کمتری دارد به همین دلیل برگه‌های حاصل از

جدول ۳- مقایسه میانگین رقم بر فاکتورهای کیفی برگه‌های گلابی

رقم گلابی	رطوبت (درصد)	اسیدیته (درصد) (بر حسب اسید مالیک)	pH	دانسیته نوری (رنگ)
شاه میوه	۱۷/۳۰۷b	۲/۱۵۷a	۳/۲۸۳b	۰/۱۱۱b
ویلیامز	۱۸/۲۴۹a	۲/۰۳۹b	۳/۵۸۴a	۰/۱۲۸a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتایج تجزیه آماری حاکی از معنی‌دار بودن تاثیر متقابل رقم و غلظت اسید بر رطوبت و pH در سطح ۱ درصد و بر اسیدیته در سطح ۵ درصد است. با افزایش غلظت محلول اسیدی، اسیدیته و pH در هر دو رقم به ترتیب افزایش و کاهش یافته که این تغییرات در رقم شاه‌میوه بیشتر بوده است. مقایسه میانگین‌های مربوط به امتیازات رنگ، طعم و مزه با استفاده از آزمون دانکن نیز نشانگر این است که گروه

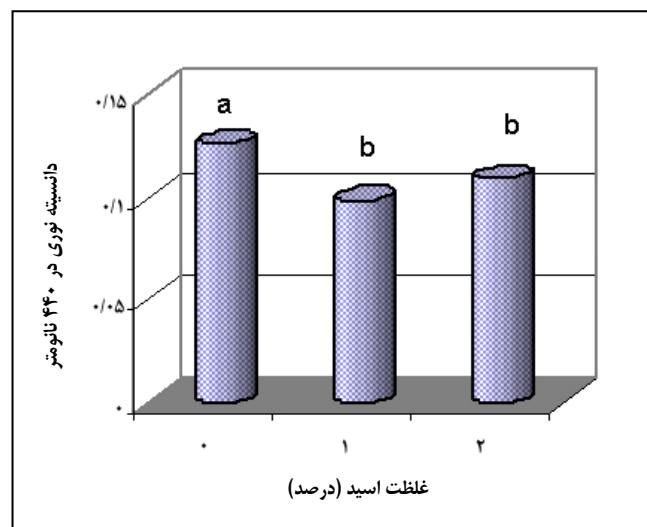
با افزایش غلظت اسید تا ۱ درصد، شدت رنگ یا به عبارتی تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای کاهش یافته ولی افزودن بیشتر اسید تاثیر معنی‌داری نداشته است (شکل ۱). این نتایج با نتایج سایر محققان در خصوص استفاده از محلول حاوی ۱ درصد اسید اسکوربیک از تغییر رنگ گلابی و سیب مطابقت دارد (Dong *et al.*, 2000; Santerre *et al.*, 1988; Shimi, 1993).

پانل رنگ، طعم و مزه برگه‌های حاصل از رقم ویلیامز را ترجیح داده‌اند (جدول ۵). نتایج ارزیابی حسی رنگ با نتایج آزمایش دانسیته نوری مطابقت دارد که نشان داد میزان قهوه‌ای شدن برگه‌های حاصل از رقم ویلیامز کمتر است. نتایج تجزیه آماری ارزیابی حسی حاکی است سایر فاکتورها بر طعم و مزه معنی‌دار نیستند. شکل ۲، امتیازات تاثیر متقابل وارپته و غلظت اسید را بر رنگ برگه‌ها نشان می‌دهد. همان‌طور که از شکل مشخص است، با افزایش غلظت اسید در هر دو وارپته امتیاز رنگ برگه‌ها افزایش می‌یابد که این افزایش در وارپته ویلیامز بیشتر است.

جدول ۴- مقایسه میانگین غلظت اسید بر فاکتورهای کیفی برگه‌های گلابی

pH	اسیدیته (درصد) (بر حسب اسید مالیک)	رطوبت (درصد)	غلظت اسید (درصد)
۳/۷۰a	۱/۹۴b	۱۷/۹۷a	۰
۳/۴۶b	۱/۹۵b	۱۷/۵۵a	۱
۳/۲۹c	۲/۵۷a	۱۷/۱۶a	۲

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

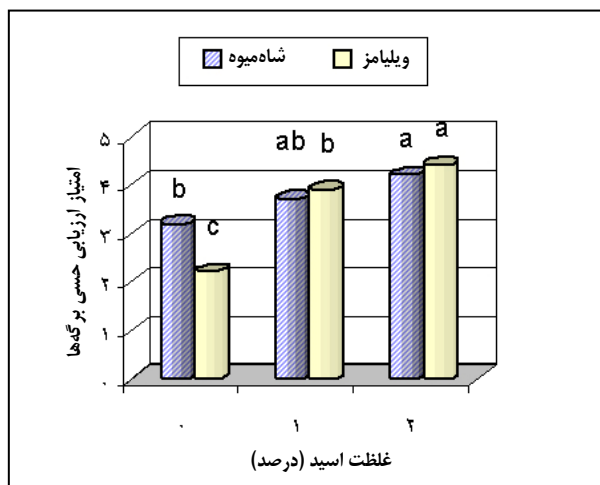


شکل ۱- تاثیر غلظت اسید بر دانسیته نوری برگه‌های گلابی

جدول ۵- مقایسه میانگین امتیازات وارپته بر فاکتورهای حسی برگه‌های گلابی

طعم و مزه	رنگ	نوع وارپته
۲/۳۳b	۲/۸۰b	شاهمیوه
۳/۶۰a	۳/۹۶a	ویلیامز

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۲- میانگین امتیازات ارزیابی حسی بر رنگ برگه‌ها

راندمان خشک‌شدن: نتایج تعیین راندمان تولید برگه نشان داد میزان تولید برگه از گلابی رقم شاه میوه اصفهان ۱۸/۲ درصد (۵/۵:۱) و در گلابی رقم ویلیامز ۱۶/۵ درصد (۶:۱) است. دلیل این اختلاف تفاوت در ترکیبات ماده غذایی از جمله میزان رطوبت، مواد جامد انحلال‌پذیر، رقم، سطح ماده غذایی، زمان، سرعت هوا و دمای خشک‌کردن است. در کشورهای دیگر، نسبت خشک‌کردن گلابی بین ۱: ۴/۷ و ۱: ۵/۱ تعیین شده است (Crues, 2004).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، برای تهیه برگه گلابی توصیه می‌شود که از رقم ویلیامز (بارتلت) استفاده شود. همچنین برای حفظ رنگ برگه گلابی از واکنش‌های قهوه‌ای شدن، استفاده از اسیدسیتریک با غلظت ۱ درصد با زمان فروردن در محلول به مدت ۵ دقیقه پیشنهاد می‌شود.

فعالیت اپتیمم پلی‌فنل‌اکسیدازها در pH بین ۵ تا ۷ است و از این رو کاهش pH بر دانسیته نوری نمونه‌های خشک شده محصول، به عنوان معیاری از میزان قهوه‌ای شدن آنها، به نحو قابل توجهی اثر می‌گذارد. دلیل آن را می‌توان چنین بیان کرد که آنزیم‌های پلی‌فنل‌اکسیداز که عامل اصلی ایجاد واکنش‌های قهوه‌ای شدن در میوه‌ها هستند دارای یون مس هستند و بدون این عنصر قادر به فعالیت نیستند. اسیدسیتریک علاوه بر کاهش pH، با یون مس نیز کمپلکس تشکیل می‌دهد و از این راه بر کارایی آنزیم اثر می‌گذارد. نتایج نشان می‌دهد که غلظت ۲ درصد اسید نسبت به غلظت ۱ درصد آن تاثیر معنی‌داری در کاهش شدت رنگ برگه‌ها نداشته است و از این رو استفاده از اسیدسیتریک با غلظت ۱ درصد جهت آنزیم‌بری گلابی‌ها توصیه می‌شود. زمان فروردن نیز در کاهش شدت رنگ تاثیر معنی‌داری نداشته است، بنابراین زمان ۵ دقیقه برای غوطه‌وری محصول در محلول اسیدی کافی است.

قدردانی

از مسئولان سازمان صنایع و معادن استان آذربایجان غربی به دلیل تأمین منابع مالی طرح قدردانی می‌شود.

مراجع

- Anon. 2005. FAO. Available on the: www.fao.org.
- Cruess, W. V. 2004. Commercial Fruit and Vegetable Products. India Agrobios Pub.
- Coseteng, M. Y. and Lee, V. 1987. Changes in apple poly phenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *J. Food Sci.* 52(4): 985- 989.
- Dong, X., Wrolstad, R. E. and Sugar, D. 2000. Extending shelf life of fresh-cut pears. *J. Food Sci.* 65(1): 181-186.
- Gorny, J. R., Gil, M. I. and Kader, A. A. 1998. Postharvest physiology and quality maintenance of fresh cut pears. *Acta Hort.* 464, 231-236.
- Gorny, J. R., Pierce, B. H., Cifuentes, R. A. and Kader, A. A. 2002. Quality changes in fresh - cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. *Post harvest Biology and Tech.* 24(3): 271-278.
- Kim, M. J., Kim, C. Y. and Park, I. 2005. Prevention of enzymatic browning of pear by onion extract. *Food Chemistry.* 89(2): 181-184.
- Krokida, M. k., Tsami, E. and Maroulis, Z. B. 1998. Kinetics on color changes during drying of some fruits and vegetables. *Drying Tech.* 16 (3-5): 667-685.
- Nary, F. S. and Brekke, E. 1992. Color studies on processed dried fruits. *Food Tech. J.* 25, 95-98.
- Nogueira, I. N. 1977. Influence of some processing methods on the quality of apple slices. *FSTA.*
- Parpinello, G. P., Chinnici, F., Versari, A. and Riponi, C. 2002. Preliminary study on glucose oxidase-catalase enzyme system to control the browning of apple and pear purees. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie.* 3(3): 239-243.
- Ponting, J. D., Jackson, R. and Watters, G. 1972. Refrigerated apple slice: preservative effect of ascorbic acid, calcium and sulfites. *J. Food Sci.* 37, 434-436.
- Rasoulzadegan, Y. 1996. Temperate-Zone Pomology. Isfahan University of Technology Pub. Isfahan. Iran. (in Farsi).
- Rocculi, P., Romani, S. and Rosa, M. D. 2004. Evaluation of physico-chemical parameters of minimally processes apples packed in non-conventional modified atmosphere. *Food Res. International.* 37(4): 329-335.
- Rosen, J. C. and Kader, A. A. 1989. Post harvest physiology and quality maintenance of slice pear and strawberry fruits. *J. Food Sci.* 54, 656-659.
- Santerre, C. R., Cash, J. N. and Vannorman, D. J. 1988. Ascorbic acid/citric acid combinations in the processing of frozen apple slices. *J. Food Sci.* 53, 1713-1717.

- Sapers, G. M. 1993. Browning of food: control by sulfites, antioxidants and other means. *Food Tech.* 47, 75-84.
- Sapers, G. M. and Douglas JR, F. W. 1978. Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits. *J. Food Sci.* 52(5): 1258-1263.
- Sapers, G. M. and Miller, R. L. 1998. Browning inhibition in fresh-cut pears. *J. Food Sci.* 63, 342-346.
- Sapers, G. M. and Ziolkowski, M. A. 1987. Comparison of erythorbic and ascorbic acid as inhibitors of enzymatic browning in apple. *J. Food Sci.* 52, 1732-1733.
- Sapers, G. M., Hicks, K. B., Phillips, J. G., Garzarella, L., Pondish, D. L. and Matulaitis, R. M. 1989. Control of enzymatic browning in apple with ascorbic acid derivatives, polyphenol oxidase inhibitors and complex agents. *J. Food Sci.* 54, 997-1002.
- Shimi, N. M. 1993. Control of enzymatic browning in apple slices by using ascorbic acid under different conditions. *Plant Foods Human Nutrition.* 43(1): 71-76.
- Zomorodi, SH. and Razaii, R. 2001. Determination of polyphenoloxidase enzyme changes during storage of two apple cultivars. *Proceedings of the National Congress on Apple.* Oct. 26-28. Damavend. Iran. 50. (in Farsi)

Control of Enzymatic Browning in Pear Slices by Using Ascorbic Acid

A. Khosroshahi Asl* and Sh. Zomorodi

* Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Urmia University, P. O. Box: 165, Urmia, Iran. E-mail: shaker@farsagres.ir

In order to protect the color of dried pear slices from browning, a study was conducted using complete randomized factorial design with 4 factors and 3 replicates at agricultural research center in West Azarbaijan. The first factor was cultivar types including Shahmeive and Williams. The second factor was dipping time at 2 levels of 5 and 10 min. and the third factor was the concentration of acid at 3 levels of 0, 1 and 2%. Pear slices were then dried using direct solar drying method after treatment. The results analysis showed that, moisture content, acidity, pH and optic density of samples were significantly affected by cultivar types and acid concentrations. The mean comparison showed that, optic density or in the other words brown color formation of dried slices were significantly increased with acid concentration up to 1%, but there was no significant effect by increasing the acid concentration to 2%. The results of sensory evaluation also indicated that, the taste panel preferred dried pear slices which were produced from William cultivar. According to the results, it is recommended to use 1% of citric acid solution for 5 min in order to prevent the development of brown color in the slices.

Key words: Citric Acid, Dried Pear Slices, Inhibitors of Enzymatic Browning, Optical density, Solar Drying