مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۸ / شماره ۱/بهار ۱۳۸۶ / ص ۸۴-۷۵

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 آذربایجان‌غربی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۱۰/۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۱/۷

چکیده

به منظور حفظ رنگ برگهٔ 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. مقایسهٔ 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. مقایسهٔ 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 برگهٔ گلابی از واکنش‌های قهوه‌ای‌شدن استفاده از اسیدسیتریک با غلظت ۱ درصد و به مدت ۵ دقیقه و از رقم ویلیامز توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی

اسید سیتریک، برگهٔ گلابی، خشک‌کردن خورشیدی، دانسیتهٔ نوری، قهوه‌ای‌شدن آنزیمی

مقدمه

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 قرار دارند. بر اساس همین آمار میزان تولید گلابی در ایران ۱۹۰/۸ هزار تن گزارش شده است (Anon, 2005).

به دلیل کوتاه بودن دورهٔ عرضهٔ 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 افزودهٔ گلابی، تولید برگه آن است.

© 2010,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

برگـه گلابـی بـا وزن و حجـم کمتـر، بـسته‌بنـدی ارزان‌تـر، ماندگاری و عمر مفید زیادتر شرایطی مناسب بـرای صـادرات دارد. یکی از مشکلاتی که در تهیهٔ برگهٔ گلابی پیش می‌آیـد تیره شدن رنگ آن پس از پوست‌گیـری اسـت. ایـن پدیـده ناشی از تشکیل یک‌سـری ترکیبـات پیچیـده و پلـی‌مرهـای رنگی در اثر واکنش‌های قهوه‌ای‌شدن آنزیمی است که موجب می‌شود به بافت، عطر، طعم و حتـی بـه ظـاهر میـوه آسـیب برسـد (Coseteng & Lee, 1981; Nary & Brekke, 1992; Santerre *et al*., 1988; Sapers, 1993; Zomorodi & Razaii, 2001). جهـت جلـوگیری از ایـن واکنش‌ها، از آنزیم‌بری استفاده می‌شود. یکی از متداول‌ترین روش‌های آنزیم‌بری استفاده از حرارت بـرای غیرفعـال‌کـردن فعالیت آنزیم است که اگر چه در بسیاری از موارد سودمند و موثر است اما نمی‌تـوان ایـن روش را در تمـام مـواد بـه کـار گرفت، زیرا حرارت ممکن است بـه بافـت برخـی از میـوه‌هـا صدمه بزند. از طرفی، حرارت می‌تواند ساختمان سلول‌هـا را در هم ریزد و از این طریق زمینه را برای پـاره‌ای از تغییـرات نامطلوب فراهم سـازد (Krokida *et al*., 1998; Sapers & Miller, 1998; Spers & Ziolkowski, 1987). یکی دیگر از روش‌ها استفاده از دی‌اکسید سولفور و مشتقات آن اسـت. این ترکیبات به طور موثر از قهوه‌ای‌شدن آنزیمـی جلـوگیری مـی‌کننـد ولـی بـه دلیـل آثـار زیـان‌آور آنهـا در سـلامت انـسان اسـتفاده از آن محـدود شـده اسـت (Spers & Ziolkowski, 1987). لذا یافتن روشـی مناسـب که برای سلامت انسان نیز مضر نباشد اهمیت می‌یابد.

کاهش pH با اسـتفاده از اسـید راهـی مناسـب‌تـر بـرای جلوگیری از این نـوع واکـنش‌هاسـت، زیـرا فعالیـت اپتـیمم پلی‌فنـل‌اکـسیدازها در pH بـین ۵ تـا ۷ اسـت. بـا افـزودن اسیدهایی نظیر اسیداسکوربیک، اسیدسیتریک، اسـیدمالیک، یا بعضی از اسیدهای ارگانیک قابل مصرف مـی‌تـوان فعالیـت پلی‌فنل‌اکسیداز را مهار کرد. این اسیدها اثر مهمی بر رنگ و وضـعیت عمـومی محـصول در حـین خـشک‌شـدن دارنـد (Parting *et al*., 1972; Santerre *et al*., 1988; Sapers, 1993; Sapers & Ziolkowski, 1987). گورنی و همکاران (Gorny *et al*., 1998) گزارش دادند که فروبردن برش‌هـای گلابی در محلول حاوی ۲ درصد اسید اسکوربیک و ۱ درصـد کلرور کلسیم به مدت ۱ دقیقه از قهوه‌ای‌شدن سـطح گلابـی بـه طـور مـوثر جلـوگیری مـی‌کنـد. دونـگ و همکـاران (Dong *et al*., 2000) نشان دادند که محلول حاوی ۱ درصد اسیداسکوربیک و ۱ درصد لاکتـات کلـسیم در جلـوگیری از تغییر رنگ گلابی رقم آنجیو بسیار موثر است. ایـن محققـان همچنین گزارش دادند که فـرو بـردن بـرش‌هـای گلابـی در ترکیـب ۰/۰۱ درصـد ۴ هگزیـل‌رزورسـینول (4-HR)، ۰/۵ درصد اسید اسکوربیک و ۱ درصد لاکتات کلسیم به مـدت ۲ دقیقه، از قهوه‌ای‌شـدن گلابـی‌هـای ارقـام آنجیـو، بارتلـت و بوسـک جلـوگیری مـی‌کنـد. گـورنی و همکـاران (Gorny *et al*., 2002) نشان دادند که فرو بردن بـرش‌هـای گلابی در محلول ۲ درصد اسید اسکوربیک، ۱ درصد لاکتـات کلسیم و ۰/۵ درصد سیستئین در pH برابر ۷ از قهوه‌ای‌شدن سطح گلابی به طور موثر جلوگیری می‌کند. کیم و همکاران (Kim *et al*., 2005) بـرای کنتـرل قهـوه‌ای‌شـدن آنزیمـی گلابی از عصاره استخراجی پیاز در آب استفاده کردند و نشان دادند این مواد فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز را مهار و از ایـن طریق از قهوه‌ای‌شدن سطح گلابی بـه طـور مـوثر جلـوگیری مـی‌کنـد. پـارپینلو و همکـاران (Parpinello *et al*., 2002) علاوه بر سیستم آنزیمی گلوگز اکسیداز از اسیداسـکوربیک و پراکسیداز نیز برای کنترل قهوه‌ای‌شـدن پـوره‌هـای سـیب و گلابی استفاده کردند و نشان دادند اسیداسـکوربیک از سـایر تیمارهـای مـورد اسـتفاده در ایـن مطالعـه در جلـوگیری از قهوه‌ای‌شدن آنزیمی موثرتر بوده است. روسـیلی و همکـاران (Rocculi *et al*., 2004) نـشان دادنـد کـه اسـتفاده از محلول‌هـای آبـی ۰/۵ درصـد اسیداسـکوربیک و ۰/۵ درصـد

اسیدسیتریک، قهوه‌ای‌شدن آنزیمی برش‌های سیب رقم گلدن‌دلیشیز 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 اسیدآسکوربیک به مدت ۱۵ دقیقه برای غیرفعال کردن آنزیم‌ها مناسب است. نوگوریوا (Nogueira, 1977) برش‌های سیب را با استفاده از بخار، محلول اسیدآسکوربیک 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 سویس

۳- اسپکتروفتومتر Pharmacia با طول موج مرئی ساخت انگلیس

۴- رفراکتومتر 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 ۸۰×۴۵ سانتی‌متری

۹- گلابی شاه‌میوه اصفهان که در پانزدهم شهریورماه در زمان رسیدگی مناسب برداشت و بلافاصله عملیات خشک‌شدن روی آن اجرا شد.

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 ۲ ±۱۰۰ 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

خشک‌شدن، برگه‌های حاصل توزین و راندمان تولید برگه محاسبه شد. برای تعیین سفتی بافت، پس از برداشتن لایهٔ 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 خشک‌کردن محصول، ۸ گرم از نمونه‌های همگن‌شده 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 تولیدشده در جریان واکنش‌های قهوه‌ای‌شدن 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 مصرف‌کننده 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، طعم و مزه بررسی کنند. از هر تیمار، ۲۰ نمونهٔ 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 تکمیل‌شده شامل ارزیابی کلی مصرف‌کننده به صورت یک ارزش عددی درآورده شد و تجزیهٔ 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 طورکلی 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).

جدول ۱- خواص کیفی گلابی‌های تازه

نام رقم	مواد جامد انحلال‌پذیر (بریکس)	درصد اسیدیته (برحسب 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.

جدول ۲- اسیدیته و pH محلول‌های اسید مورد مصرف

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

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

مقایسهٔ 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 میوهٔ مورد استفاده برای خشک‌کردن است. گلابی شاه‌میوه اصفهان اسیدیته بالاتر و pH کمتری دارد به همین دلیل برگه‌های حاصل از این رقم نیز اسیدیته بیشتر و pH کمتری دارند. قهوه‌ای‌شدن 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.

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین رقم بر فاکتورهای کیفی برگه‌های گلابی

رقم گلابی	رطوبت (درصد)	اسیدیته (درصد) (برحسب 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.

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).

نتایج تجزیهٔ 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. مقایسهٔ میانگین‌های مربوط به امتیازات رنگ، طعم و مزه با استفاده از آزمون دانکن نیز نشانگر این است که گروه

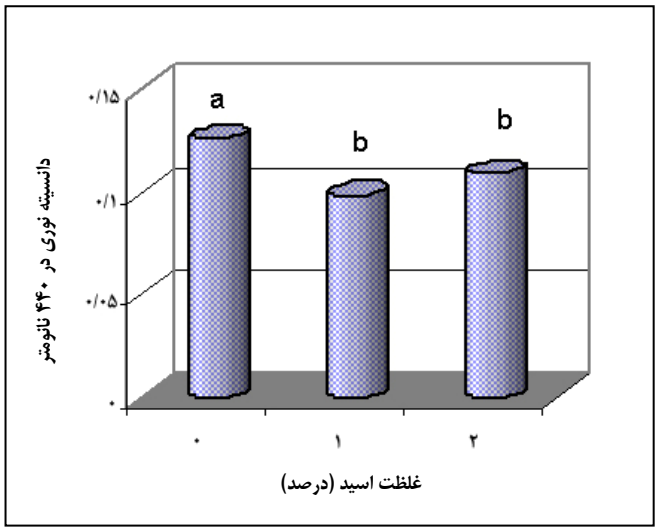
پانل رنگ، طعم و مزهٔ برگه‌های حاصل از رقم ویلیامز را ترجیح داده‌اند (جدول ۵). نتایج ارزیابی حسی رنگ با نتایج آزمایش دانسیته نوری مطابقت دارد که نشان داد میزان قهوه‌ای شدن برگه‌های حاصل از رقم ویلیامز کمتر است. نتایج تجزیهٔ آماری ارزیابی حسی حاکی است سایر فاکتورها بر طعم و مزه معنی‌دار نیستند.

شکل۲، امتیازات تاثیر متقابل واریته و غلظت اسید را بر رنگ برگه‌ها نشان می‌دهد. همان‌طورکه از شکل مشخص است، با افزایش غلظت اسید در هر دو واریته امتیاز رنگ برگه‌ها افزایش می‌یابد که این افزایش در واریته ویلیامز بیشتر است.

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

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

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

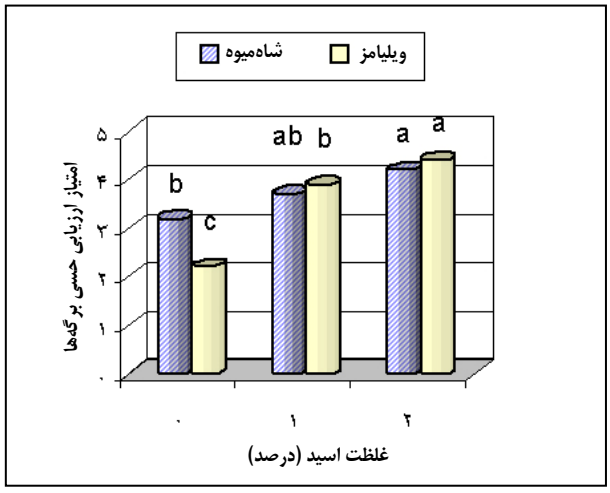


شکل ۱- تاثیر غلظت اسید بر دانسیته نوری برگه‌های گلابی

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین امتیازات واریته بر فاکتورهای حسی برگه‌های گلابی

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

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

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 قهوه‌ای‌شدن آنها، به نحو قابل توجهی اثر می‌گذارد. دلیل آن را می‌توان چنین بیان کرد که آنزیم‌های پلی‌فنل‌اکسیداز که عامل اصلی ایجاد واکنش‌های قهوه‌ای‌شدن 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 آنزیم بری گلابی‌ها توصیه می‌شود. زمان فرو بردن نیز در کاهش شدت رنگ تاثیر معنی‌داری نداشته است، بنابراین زمان ۵ دقیقه برای غوطه‌وری محصول در محلول اسیدی کافی است.

راندمان خشک‌شدن: نتایج تعیین راندمان تولید برگه نشان داد میزان تولید برگه از گلابی رقم شاه میوه اصفهان ۱۸/۲درصد (۵/۵:۱) و در گلابی رقم ویلیامز ۱۶/۵ درصد (۶:۱) است. دلیل این اختلاف تفاوت درترکیبات مادهٔ غذایی از جمله میزان رطوبت، مواد جامد انحلال‌پذیر، رقم، سطح مادهٔ 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 (Cruess, 2004).

نتیجه‌گیری

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

قدردانی

از مسئولان سازمان صنایع و معادن استان آذربایجان‌غربی 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 mainterance 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.

Rasoulzadegen, Y. 1996. Temperate-Zone Pomelogy. 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)

AERI JAER *Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.8 /No.1 /Spring 2007/ P: 75-84*

Control of Enzymatic Browning in Pear Slices by Using Ascorbic Acid

A. Khosroshahi Asl[*] and Sh. Zomorodi

[*] Associate Professor, Department of Food Sicence 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