تاثیر فرایند ترکیبی خشک‌کردن اسمزی توسط خشک‌کن کابینتی و انجماد بر برخی از خصوصیات شیمیایی و بافتی میوه‌های توت‌فرنگی

مریم عاملی[1]، مهدی قیافه داوودی[2]، ریحانه احمدزاده قویدل[3]، حمید بخش آبادی[4]*

[1] مدرس دانشگاه علمی کاربردی شرکت شهرک صنعتی مینودشت، گنبد، ایران

[2] دانشیاربخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی ، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

[3] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

[4] دانشجوی دکتری مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت مقاله : ۹۴/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۵/۶/۲۰

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تاثیر نوع تیمار اسمزی بر برخی از خواص شیمیایی و بافتی توت‌فرنگی‌های خشک و منجمدشده به منظور افزایش عمر انبارمانی این میوه‌ها بود. بدین منظور اثر محلول اسمزی در پنج سطح ساکارز (۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد براساس وزن میوه) و۰/۲ درصد اسید آسکوربیک، ۰/۱ درصد اسید سیتریک و ترکیبی از این دو اسید، بر ویژگی‌های شیمیایی (میزان رطوبت، اسیدیته، میزان قند و اسید آسکوربیک) و بافتی توت‌فرنگی‌های خشک شده با خشک‌کن کابینتی و سپس منجمد شده در قالب طرح کاملا تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس نتایج بدست آمده مشخص گردید، زمانی که از تیماری با غلیظ‌ترین محلول اسمزی (۵۰ درصد ساکاروز) استفاده شد، نمونه‌ها بیشترین میزان سختی را داشتند در حالی که این نمونه‌ها کمترین میزان رطوبت را به خود اختصاص دادند. در بین میوه‌های توت‌فرنگی انجمادزدایی شده بیش‌ترین میزان قندکل (۸/۹ درصد) متعلق به میوه‌هایی بود که در محلول حاوی ۵۰ درصد ساکاروزی قرار داشتند. میزان اسید آسکوربیک توت‌فرنگی‌های تازه بین ۶۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم است و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن به وضوح مشخص نمود که نمونه‌های تیمار شده با اسید آسکوربیک، میزان اسید آسکوربیک بیشتری دارند.براساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان داشت که توت‌فرنگی‌های با ۴۰ درصد ساکارز با ۰/۲ درصد اسید آسکوربیک و ۴۰ درصد ساکارز با اسید ترکیبی (۰/۲ درصد اسید آسکوربیک و ۰/۱ درصد اسید سیتریک) بهترین تیمارها از نظر کیفیت بافت، میزان قند و اسید آسکوربیک می‌باشند. در پایان از این تحقیق نتیجه می‌شود که این روش نگهداری کاربرد صنعتی و تجاری داشته و امکان صادرات را برای این محصول فراهم می‌کند.

واژه های کلیدی: انجماد، بافت، توت فرنگی ، خشک کردن، خواص ارگانولیپتیکی، رنگ.

* مسوول مکاتبات: h.bakhshabadi@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

توت‌فرنگی گیاهی نهان‌دانه با نام علمی فراگاریا ویسکا[1] و از خانواده گل سرخیان رزاسه[2]، دارای بوته‌ای کوتاه، برگ‌هایی درشت و ساقه‌هایی باریک خزنده است که روی زمین قرار گرفته و ریشه می‌دواند. نژاد و گونه‌های متنوعی دارد که به صورت وحشی و اهلی می‌رویند. توت‌فرنگی در آب وهوای معتدل و گرم به خوبی رشد کرده و گل‌های آن حساس به سرما و رنگ سفید بوده و قسمت مورد استفاده خوراکی توت‌فرنگی در نهنج گل آن است که به تدریج بزرگ شده و به اصطلاح به عنوان میوه توت‌فرنگی معروف است (۲). این میوه سرشار از ویتامین C و پتاسیم بوده و کمی هم دارای ویتامین A، فولات و کلسیم می‌باشد (۲۰). این میوه بعنوان یک جایگزین شیرین، باعث افزایش سلامت قلب، کاهش خطر ابتلا به انواع سرطان و در کل ارتقاء سلامتی بدن می‌شود. از ترکیبات مهم آن می‌توان تانن، موسیلاژ، قندهای مختلف، سالیسیلات‌ها و به خصوص اسیدهای میوه را نام برد. توت‌فرنگی سرشار از ویتامین و فاقد چربی اشباع است و کالری کمی دارد، پاک‌کننده روده و مثانه نیز محسوب می شود (۱). همچنین توت‌فرنگی حاوی دو نوع رنگدانه آنتوسیانین می‌باشد که عبارتند از: پلارگونیدین و سیانیدین که ۹۵-۷۹ درصد از آنتوسیانین توت فرنگی پلارگونیدین است. این رنگدانه‌ها نسبت به تغییرات شیمیایی بسیار ناپایدار بوده و عواملی مانند درجه حرارت بالا، نبودن ساکارز، فلزات سنگین، اکسیژن و قهوه‌ای شدن آنزیمی باعث تجزیه و تغییر رنگ می‌گردند (۲۳). طبق آمار ارائه شده میزان ضایعات فرآورده‌های کشاورزی درحدود ۳۰ - ۳۵ درصد برآورد شده است که بخشی از آن به دلیل کمبود صنایع تبدیلی می‌باشد. یکی از مهمترین روش‌های نگهداری مواد غذایی فرآیند خشک‌کردن یا آبزدایی است. خشک‌کردن ضمن اینکه بر روی محصول اثر حفاظتی دارد (کاهش فساد میکروبی و واکنش های مخرب)، وزن و حجم آن را به میزان چشمگیری کاهش داده و در نتیجه از هزینه‌های حمل و نقل و ذخیره‌سازی محصول می‌کاهد (۲۴ و۲۵). خشک‌کردن مواد غذایی و مشخصاً میوه ها و سبزیجات از زمانهای بسیار دور به عنوان راهی جهت افزایش عمر ماندگاری آنها معمول بوده و امروزه نیز به عنوان یکی از فرآیندهای مهم در صنایع غذایی مطرح می باشد. حفظ ارزش تغذیه ای و قابلیت و سرعت جذب آب مجدد محصول خشک شده دو پارامتری است که بعنوان شاخص کیفیت محصول مد نظر قرار می گیرند و هدف و هنر متخصصین صنایع غذایی ارائه و اجرای روش هایی است که به تولید محصول با کمترین تغییرات ناخواسته و با بهترین کیفیت از نظر ارگانولپتیکی و تغذیه ای بینجامد. فرآیند اسمز به دلیل حفظ پایداری، ایجاد کیفیت بالا،اصلاح خصوصیات کاربردی وکاهش مصرف انرژی،علاقه محققین را در طی سالهای اخیر، بیش از پیش به خود جلب کرده است(۱۷).یکی از انواع خشک‌کن‌های صنعتی، خشک‌کن سینی‌دار یا کابینتی می‌باشد که در این نوع از خشک‌کن‌ها، برای قرار دادن محصول در معرض هوای گرم در یک فضای بسته، از سینی یا وسایل مشابه نگه دارنده استفاده می‌شود، سینی‌های حاوی محصول در داخل یک کابینت یا محیط مشابه و در معرض هوای گرم قرار داده می‌شوند تا فرآیند خشک‌شدن انجام شود. حرکت هوا بر سطح محصول با سرعت نسبتا زیادی صورت می گیرد، تا اطمینان حاصل شود که انتقال جرم و حرارت با بازده ی بالایی انجام می‌شود. در بیشتر حالات خشک‌کن‌های کابینتی به صورت ناپیوسته کار می‌کنند واز معایب آن‌ها خشک‌شدن غیر یکنواخت محصول درون سیستم می‌باشد. معمولا برای بهبود یکنواختی بیشتر باید سینی‌های حاوی محصول جابه‌جا شوند(۳).امانلوو زمردین به منظور استفاده بهینه از خشک‌کن‌های کابینتی، آن‌ها را با استفاده از داده‌های تجربی مدل‌سازی نمودند (۵). محققین دیگری از این نوع خشک‌کن برای خشک نمودن تکه‌های گوشت استفاده کردند و تاثیر پارامترهای موثر بر این فرایند را پیشگویی نمودند (۲۲). خشک‌کردن یکی از دشوارترین عملیات فرآوری مواد غذایی محسوب می‌شود که عمدتاً به دلیل ایجاد تغییرات نامطلوب در کیفیت محصولات طی خشک کردن با روش‌های معمولی با هوای داغ باعث آسیب جدی به محصول خشک شده می‌شود (۱۸ و ۱۹).

چانگرو (۲۰۰۶) با مطالعاتی که بر روی خشک‌کردن توت‌فرنگی و هویج با تیمار اسمزی توسط مایکروویو و خلاء، انجام داد بیان داشت که اسید آسکوربیک، ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی طی خشک‌کردن در توت‌فرنگی کاهش می‌یابد (۸).معمولا میوه‌هایی خشک‌شده با فرآیند اسمزی و انجماد به نسبت میوه‌های تازه،

[1]Fragariavesca
[2]Rosacaceae

Archive of SID

www.SID.ir

نگهداری و سختی بیشتری پس از چرخه انجماد-آب شدن یخ دارند، که این به نوع محلول استفاده شده بستگی دارد. بخصوص خشک‌سازی توت فرنگی با فرایند اسمزی، امکان نگهداری بافت زیاد را در مقایسه با نمونه‌های عمل آوری نشده به هنگام آب شدن یخ میوه‌های منجمد شده، فراهم می‌کند (۷). کاهش مقدار نیروی حداکثری پس از انجماد نشان دهنده‌ی بافت‌های آسیب دیده میوه است که تا حدودی ناشی از آسیب هیستولوژیکی حاصل از تشکیل بلورهای یخ در طی انجماد می‌باشد. افزایش نیروی حداکثری را می توان به اثر جذب قند نسبت داد. تورجیانی و همکاران (۱۹۹۵) این مطلب را بیان کردند که سلول‌های حفاظت شده با قندها، آسیب‌دیدگی کمتر و چروکیدگی محتوای سلولی کمتری نشان می‌دهند. کلرید کلسیم نیز به افزایش سختی نسبت داده می‌شود که ناشی از بر هم کنش کلسیم با اجزای دیواره سلولی ماتریس (شبکه) سلولی گیاه است (۲۴).مطالعات در زمینه خشک‌کردن اسمزی به عنوان یک فرایند مقدماتی برای انجماد زرد آلو نشان می‌دهد که میزان آسکوربیک اسید حفظ شده طی این روش بیشتر از انجماد سنتی بوده است. خشک‌کردن انجمادی- اسمزی[1]، ترکیبی از فرایند شامل خشک‌کردن اسمزی و در ادامه خشک‌کردن با هوا وسپس انجماد است. ترکیب این دو فرایند رنگ و پارامترهای مکانیکی را بهبود می‌دهد و در نتیجه سبب کاهش خروج آب در مقایسه با نمونه‌های بدون فرایند مقدماتی می‌شود (۱۴).کاریم (۲۰۱۰) بر روی اثر پیش تیمارها و ویژگی‌های کیفی در خشک‌کن‌های هوایی در تکه‌های آناناس مطالعه کرد که نشان دهنده تاثیر و بهبود بر روی بافت، کیفیت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی آناناس می‌باشد (۱۶).هدف از این تحقیق بررسی اثر خشک‌کردن میوه توت‌فرنگی با خشک‌کن ترکیبی کابینتی- اسمزی و سپس انجماد آن‌ها بر خصوصیات شیمیایی و بافتی میوه‌هاست.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

توت فرنگی رقم سلوا از گلخانه واقع در اطراف مشهد خریداری و سپس میوه‌های سالم وآسیب دیده جداسازی و شسته شده و مواد شیمیایی نظیر اسید آسکوربیک، اسیدسیتریک، متابی‌سولفیت، کلرید کلسیم، سود ۰/۱ نرمال، متیلن بلو، استات روی و فنل‌فتالئین از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

۲-۲-روش تهیه محصول

در این پژوهش از ترکیب سه روش برای تولید نمونه استفاده شد که به ترتیب شامل استفاده از محلول اسمزی، خشک‌کردن توسط جریان هوای داغ و انجماد توسط فریزر صندوقی بود. استفاده از این روش‌ها به منظور کاهش رطوبت توت‌فرنگی در هر مرحله از فرایند و حفظ کیفیت بافت، رنگ، عطر و طعم در طول نگهداری، درحین و بعد از انجماد است. ابتدا براساس وزن میوه، محلول‌های اسمزی را در ۱ لیتر آب با دمای ۱۰ در جه سانتی‌گراد تهیه وخوب هم‌زده تا مواد جامد در آب حل شود سپس توت‌فرنگی‌ها را بعد از توزین، به محلول اسمزی انتقال داده تا غوطه‌ور شوند، لازم به ذکر است که در این بخش از ۹ تیمار استفاده گردید که تیمارهای مورد استفاده کدگزاری و در جدول ۱ آورده شده است. بعد از ۱ ساعت نگهداری در محلول اسمزی توت‌فرنگی‌ها را خارج و روی سینی‌های خشک‌کن قرار داده و توسط خشک‌کن کابینتی با دمای ۴۵-۵۵ درجه سانتی‌گراد با جریان هوا، خشک شد. سپس محصول نیمه‌خشک، بلافاصله پس از سرد کردن اولیه توسط فریزر سریع (فریزر صندوقی) در دمای۲۲- تا۱۸- درجه سانتی گراد در ظروف پلی‌اتیلنی منجمدگردید. و بعد از گذشت یک ماه آزمایشاتی به قرار زیر روی آن‌ها صورت پذیرفت.

جدول۱- کدگزاری تیمارهای اسمزی مورد استفاده قرار گرفته

تیمار	شکر (درصد)	اسید آسکوربیک (درصد)	اسید سیتریک (درصد)
۱	-	-	-
۲	-	۰/۲	-
۳	۲۰	۰/۲	-
۴	۳۰	۰/۲	-
۵	۴۰	۰/۲	-
۶	۵۰	۰/۲	-
۷	۴۰	-	-
۸	۴۰	۰/۲	۰/۱
۹	۴۰	-	۰/۲

[1]osmo dehydro Freezing

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۳- اندازه‌گیری رطوبت نمونه

اندازه‌گیری رطوبت بر طبق روش AOAC ۴۴-۱۵، ۲ گرم از نمونه در ظروفی که قبلا در آون به وزن ثابت رسیده بودند، توزین شد. سپس در آون با دمای۳ ±۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵-۳ ساعت خشک گردید که پس از سرد شدن در دسیکاتور و با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (۶).

معادله۱) $$\text{رطوبت (٪)} = \frac{(W_1-W_2)}{m} \times ۱۰۰$$

در معادله ۱، W_1 وزن اولیه ظرف خالی به همراه نمونه قبل از خشک کردن، W_2 وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن و m بیانگر وزن نمونه می‌باشد.

۲-۴- اندازه‌گیری اسیدیته نمونه‌ها

میزان اسیدیته نمونه‌ها به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شده و بر حسب اسید سیتریک گزارش شد (۹).

۲-۵- اندازه‌گیری قند نمونه‌ها

بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها، ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها افزوده وصاف می‌شود. سپس جهت شفاف‌سازی وتشکیل محلول حقیقی از فروسیانور پتاسیم استفاده شد و آنرا همزده، و پس از این مرحله به حالت ساکن قرار داده شد تا مواد ته‌نشین شود و بعد صاف گردید و نمونه صاف شده، داخل بورت ریخته شد. در ارلن دیگر ۵ میلی‌لیتر از هرکدام از محلول‌های فهلینگ A وB می ریزیم و برروی هیتر قرار می دهیم تا گرم شود سپس محلول قندی داخل بورت را به میزان ۱۵ سی سی یکباره داخل ارلن اضافه کرده تا محلول به جوش آید از این لحظه به بعد عمل تیتراسیون را بصورت قطره قطره شروع می کنیم تا قرمز آجری شود. ختم عمل زمانی ست که محلول فهلینگ توسط ماده قندی احیا شود، در این حالت رنگ آبی داخل ارلن بی رنگ شده و نزدیک ختم عمل ۲-۳ قطره معرف متیلن بلو اضافه کرده و تیتراسیون را ادامه میدهیم تا رنگ متیلن بلو از بین برود که پایان ختم عمل است (۲۱).

۲-۶- اندازه‌گیری اسید آسکوربیک

بعد از خروج نمونه‌ها از انجماد و نرم کردن آن‌ها توسط هاون، میزان اسید آسکوربیک میوه‌ها بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۰۹ مشخص گردید (۴). ابتدا برای آماده سازی نمونه ها توت فرنگی‌ها، از حالت انجماد خارج و توسط هاون نرم گردید و سپس ۲۰ میلی‌لیتر، آب مقطر به آن افزوده و صاف شد، سپس به محلول صاف شده معرف چسب نشاسته اضافه گردید در مرحله بعد این محلول با محلول ید در یدور پتاسیم (داخل بورت) تیتر شد ، تا رنگ آبی وسبز تا خاکستری تشکیل شود. در نهایت میزان ویتامین C از معادله ۲ به‌دست می‌آید.

معادله ۲) ۱۷/۶ × مقدار مصرفی یدور پتاسیم = میزان ویتامین C (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)

۲-۷- اندازه‌گیری بافت نمونه

به منظور ارزیابی بافت توت‌فرنگی از بافت سنج (QTS، CNS Farnel، آمریکا) استفاده شد. بدین طریق نیروی لازم برای نفوذ یک پروپ با انتهای سوزنی با سرعت۳۰ میلی‌متر در دقیقه به داخل توت‌فرنگی محاسبه و بر حسب میزان سختی گزارش شد(۱۱).

۲-۹- طرح آماری و آنالیز داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گردید. از نرم افزار SAS برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه‌ی میانگین داده‌ها استفاده شد.در نهایت جهت ترسیم نمودارها از نرم افزار Microsoft Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

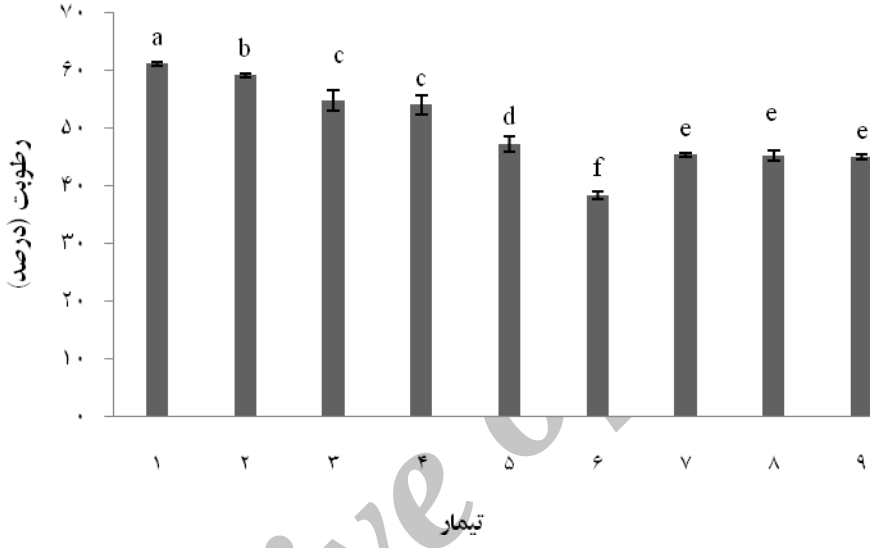
۳-۱- رطوبت

میزان رطوبت توت‌فرنگی‌های تازه بین ۸۵ -۷۰ درصد است که باید رطوبت آن کاهش یابد. برای این کار از ترکیب خشک‌کردن (خشک‌کن کابینتی) و انجماد صنعتی استفاده گردید. توت‌فرنگی در خشک‌کن به مدت ۵-۴ ساعت خشک شده و پس از طی شدن این زمان ثابت و تعیین شده، رطوبت نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و بعد از سرد شدن سریع توت‌فرنگی‌ها منجمد شدند. نتایج آزمون میزان رطوبت در شکل ۱ آورده شده است همانطور که مشخص است که کمترین رطوبت مربوط به نمونه‌هایی بود که در محلول‌های اسمزی با درصد بالای ساکارز و اسید قرار گرفته بودند (تیمار ۶)، همچنین میوه‌هایی که در تیمارهای فاقد ساکاروز بودند رطوبت نهایی بیشتری داشتند.از نتایج شکل ۱ چنین استنباط می‌شود که نمونه‌هایی که در

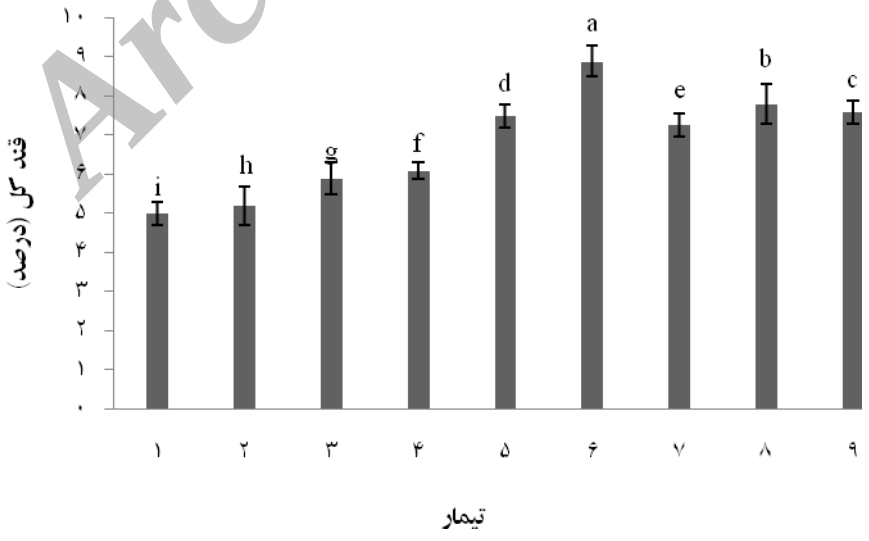
Archive of SID

www.SID.ir

فرمولاسیون خود حاوی ساکارز بیشتر بودند (زمان خشک کردن بالاتر) در نگهداری مواد جامد (افزایش خروج آب)، بهتر عمل می‌کنندکه باعث می‌شود نمونه‌ها در طی انجماد دچار یخ‌زدگی نشود و در طی دیفراست (انجمادزدایی)، مانع از آب چک می‌شوند.کرزو و گومز (۲۰۰۳) بیان داشتند که تغییرات میزان آب و جذب مواد حل شده در مواد غذایی(میوه‌ها و سبزیجات) در فاز اول اسمزی بیشتر از دوره زمانی، بعدی آن است. با گذشت زمان، وقتی که رطوبت از نمونه به محلول و مواد حل شده از محلول به نمونه می‌رود، پتانسیل‌های اسمزی در انتقال رطوبت و ماده حل شونده کاهش می‌یابد (۱۰).گومز وهمکاران (۲۰۰۴)، درمورد فرایند آبگیری اسمزی میوه آسرلا پژوهشی انجام دادندکه در این بررسی شاخص‌های کاهش میزان آب، جذب شکر و نسبت این دو مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به نتایج حاصل بهترین شرایط برای انجام فرایند اسمز، استفاده از محلول دوگانه با غلظت شکر ۵۰ و ۶۰ درصد بود. مناسب‌ترین دما جهت انجام فرایند این ۶۰ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد گردید (۱۵).



شکل۱- تاثیر نوع تیمار اسمزی بر میزان رطوبت میوه‌های توت‌فرنگی



شکل۲- تاثیر نوع تیمار اسمزی بر میزان قند کل میوه‌های توت‌فرنگی

Archive of SID

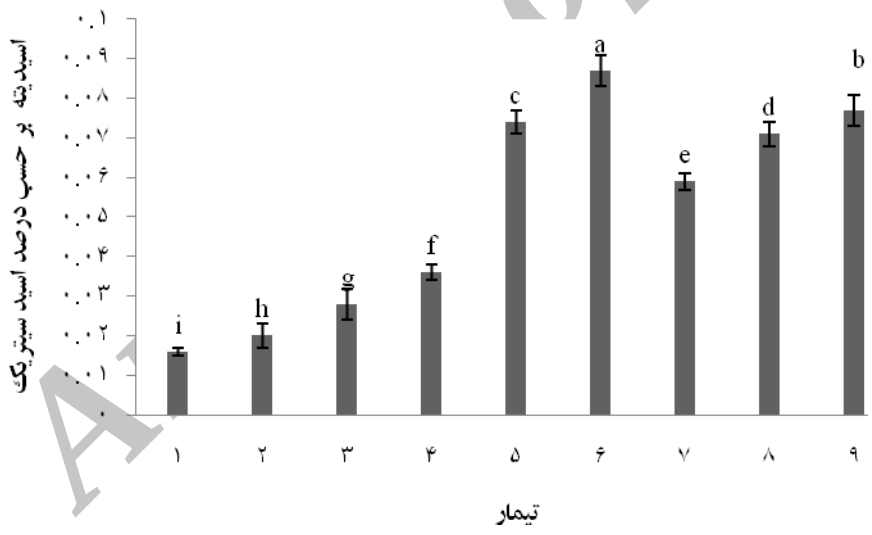
www.SID.ir

۳-۲- قند کل

ترکیبات قندی مهم درساختمان آنتوسیانین‌ها شامل: گلوکز، رامنوز،گالاکتوز، آرابینوز،فروکتوز وگزیلوزمی‌باشد.استفاده از ساکارز اثرات زیان‌بار کمتری در بافت توت‌فرنگی در طی فرایند ایجاد می‌کند. محدوده استاندارد قند توت فرنگی تازه بین ۷-۵ گرم در هر ۱۰۰ گرم میوه می‌باشد و دارای درصد قند کمی است که برای بیماران دیابتی مفید می‌باشد.نتایج به دست آمده از این تحقیق پیرامون میزان قند نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که نوع تمیار بر میزان قند میوه‌هاتاثیر معنی‌دار داشت (P< ۰/۰۵). در بین میوه‌های توت‌فرنگی انجمادزدایی شده بیش‌ترین میزان قندکل (۸/۹ درصد) متعلق به میوه‌هایی است که در محلول حاوی ۵۰ درصد ساکاروزی قرار داشتند، بود. علت کمتر بودن قند برخی از میوه‌ها، عدم استفاده از محلول ساکاروز می‌باشد. همانطور که از شکل ۲ بر می‌آید، درصد قند اندازه‌گیری شده توت‌فرنگی‌های حاصل از تیمارهای ۱ تا ۴ بعد از انجماد در محدوده استاندارد قرار داشت. نتایج این بخش با نتایج فورنی و همکاران (۱۹۹۷) که تحقیقاتی روی تاثیر ترکیب قند در ثبات رنگ زردآلوهای خشک و منجمد شده انجام دادند، مطابقت داشت (۱۴).

۳-۳- اسیدیته نمونه‌ها

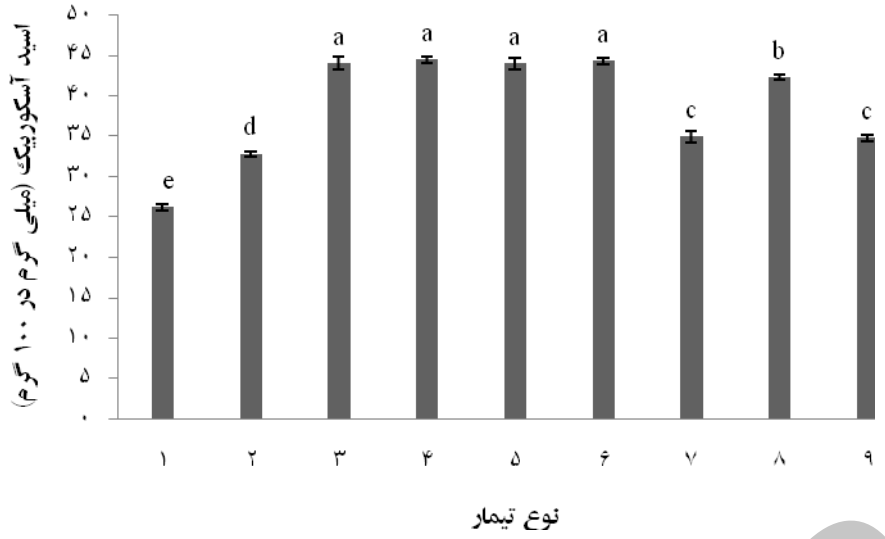
تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که نوع تیمار بر اسیدیته میوه‌ها بعد از انجماد و نگهداری تاثیر معنی‌دار داشت(P< ۰/۰۵).مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن (شکل ۳) نشان داد که خشک‌کردن و انجماد باعث افزایش اسیدیته نسبت به توت‌فرنگی تازه می‌شود. همانطور که از شکل ۳ نیز مشخص است در تیمارهایی که از اسید در محلول اسمزی استفاده شد، دارای میزان اسیدیته بالاتری بودند. مرتضوی و همکاران (۱۳۸۸) بیان داشتند که آب‌گیری یا خشک‌کردن منجر به ایجاد تغییراتی در میزان اسیدیته قابل تیتر می‌شود (۳). دسوزا و چانگ (۱۲) از محلول کلرید کلسیم برای تیمار دادن توت‌فرنگی استفاده نمودند، و بیان داشتند که تیمار به کار گرفته شده منجر به افزایش اسیدیته میوه‌ها گردید.



شکل۳- تاثیر نوع تیمار اسمزی بر میزان اسیدیته میوه‌های توت‌فرنگی

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۴- تاثیر نوع تیمار اسمزی بر میزان اسید آسکوربیک میوه‌های توت‌فرنگی

۳-۴-میزان اسیدآسکوربیک نمونه‌ها

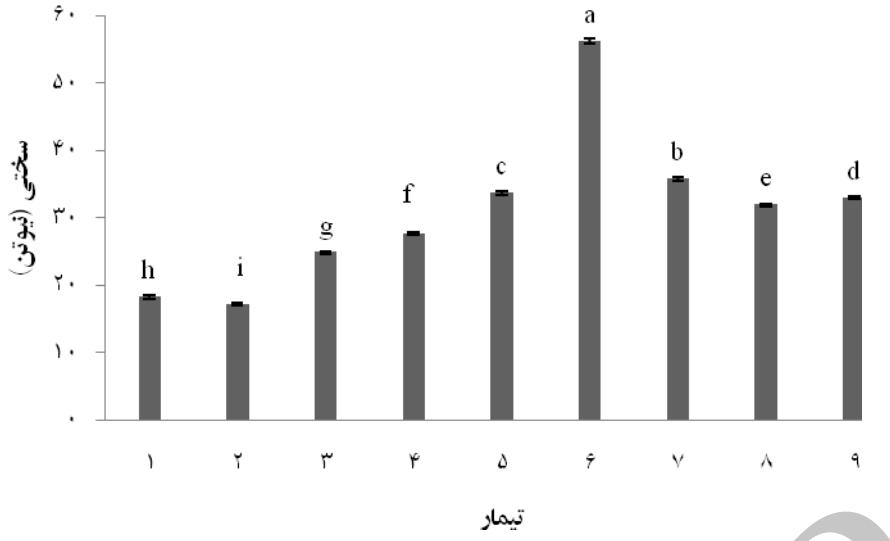
اسید آسکوربیک دارای نقش حفاظتی، آنتی‌اکسیدانی و تثبیت رنگ، توت‌فرنگی‌ها در طی فرایند می‌باشد.تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که نوع تیمار اسمزی بر میزان اسید آسکوربیک میوه‌های رفع انجماد شده موثر است ($P< ۰/۰۵$). مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن (شکل ۴) به وضوح مشخص نمود که نمونه‌های تیمار شده با اسید آسکوربیک، میزان اسید آسکوربیک بیشتری دارند. میزان اسید آسکوربیک توت‌فرنگی تازه بین ۶۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم است. در اینجا با توجه به این نکته که نمونه‌های حاوی اسید آسکوربیک چه به صورت تنها و چه به صورت ترکیبی با اسید سیتریک برهم اثر مثبت داشته و به مقدار بیشتری حفظ می‌شوند. کمترین میزان اسید آسکوربیک از تیمار اول بدست آمد که احتمالا به علت بیشتر بودن رطوبت در این نمونه بود. تورجیانی و همکاران (۲۰۰۱)، مطالعاتی در مورد پیش تیمارهای اسمزی روی میوه و تاثیرات فیزیکی و شیمیایی و ساختاری آنها انجام دادند و دریافتند که این پیش تیمارها باعث کیفیت بهتر و افزایش خواص عملگرایی (اسید آسکوربیک) میوه می‌شود (۲۴).

۳-۵- سختی بافت توت‌فرنگی‌ها

برای اینکه بیان مناسبی از سفتی، نرمی و یا در اصل مرغوبیت بافت محصول نهایی و برابری آن با نمونه‌ی تازه توت‌فرنگی وجود داشته باشد، باید یک محدوده برای بافت توت‌فرنگی تازه تعیین گردد. قبل از انجام آزمون روی تیمارهای تعیین شده، چند نمونه توت‌فرنگی تازه را مورد آزمون بافت‌سنجی قرار داده که محدوده سختی آن‌ها ۴۰-۲۵ تعیین شد. پس در اینجا حداکثر سختی قابل قبول برای نمونه‌های توت‌فرنگی فرایند شده ۴۰ نیوتنو حداقل آن برای میوه‌ها ۲۵ نیوتن بود. نتایج آزمون بافت‌سنجی در شکل ۵ نشان می‌دهد، که تیمار شماره ۶ (غوطه‌ور شده در غلیظ‌ترین محلول ساکاروز)، بیشترین میزان سختی (از لحاظ عددی، بالاترین عدد) و تیمارهای ۱، ۲ و ۳ بافت نرم‌تری از محدوده‌ی تعیین شده توت‌فرنگی‌های تازه داشتند. لازم به ذکر است نمونه‌هایی که از تیمار ۷ بدست آمده بودند به علت عدم استفاده از اسیدها دارای بافت سفت‌تری بود، زیرا استفاده از اسید سیتریک و اسید آسکوربیک باعث تخریب بافت شده و توت فرنگی از حالت طبیعی نرم‌تر می‌شود. اربا و همکاران (۱۹۹۴) با تحقیقاتیکه روی اثر ترکیبات قندی مختلف (ساکاروز و سوربیتول) و خشک‌کن‌های هوایی بر خواص شیمیایی و فیزیکی طی فرایند خشک‌کردن و انجماد انجام دادند، بیان داشتند که سوربیتول باعث افزایش مواد جامد محلول در میوه‌ها (زردآلو، هلو) و همچنین نرم‌شدن بافت میوه‌ها نسبت به ساکاروز می‌شود (۱۳).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۵- تاثیر نوع تیمار اسمزی بر سختی بافت میوه‌های توت‌فرنگی

۴- نتیجه‌گیری

براساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان داشت که توت فرنگی‌های با ۴۰ درصد ساکارز با ۰/۲ درصد اسید آسکوربیک و ۴۰ درصد ساکارز با اسید ترکیبی (۰/۲ درصد اسید آسکوربیک و ۰/۱ درصد اسید سیتریک) بهترین تیمارها از نظر کیفیت بافت، قند، اسید آسکوربیک می‌باشند. می‌توان توت فرنگی‌های خشک شده را، به مدت طولانی نگهداری کرد، بدون اینکه طعم وبافت آن تغییر زیادی کند همچنین قابلیت ارائه به بازار بصورت منجمد برای فراوردهای قنادی، بستنی، مربا، مصرف مستقیم و غیره را دارد. استفاده از تکنیک آب‌گیری اسمزی قبل از انجماد، باعث بهبود بافت شده و به عنوان یک تکنیک جدید جهت تولید محصولات حاوی میوه با کیفیت بالا می‌باشد. در پایان از این تحقیق نتیجه می‌شود که این روش کاربرد صنعتی و تجاری داشته و امکان صادرات را برای این محصول فراهم می‌کند.

۵- منابع

۱-اثنی‌عشری،م.، زکائی،م.،خسروشاهی، ر.۱۳۸۷. فیزیولوژیوتکنولوژیپسازبرداشت. چاپاول،انتشاراتدانشگاه همدان.۶۵۸صفحه.

۲- کاشی،ع. وحکمتی،ج.۱۳۷۰ . پرورش توت فرنگی. چاپ احمدی(کرج). ۱۲۱ صفحه

۳- مرتضوی، س. م.، ارزانی، ک و منصوری، ی. ۱۳۸۸. تأثیر زمان و دماهای مختلف هیدراسیون بر خصوصیات کیفی میوه های خشک خرما، رقم برحی. مجله فرآوری و نگهداری مواد غذایی. ۹۱-,۷۹

۴- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۶. اندازه‌گیری اسید آسکوربیک در میوه‌ها و سبزی‌ها در میوه‌ها و سبزی‌ها و فراورده‌های آن‌ها. استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۰۹.

5- Amanlou, Y and Zomorodian, A. 2010. Applying CFD for designing a new fruit cabinet dryer. Journal of Food Engineering, 101:8-15.

6- AOAC. 2008. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

7- Blanda, G., Cerretani, L., Cardinali, A., Barbieri, S.Bendini, A. and Lercker, G.2009. Osmotic dehydrofreezing of strawberries: Polyphenolic content, volatile profile and consumer acceptance.LWT - Food Science and Technology, 42: 30–36.

8- Changrue, V. 2006. Hybrid (Osmotic, Microwave-vacuum) Drying of Strawberries and Carrots. A thesis submitted to McGill University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. 190 p.

9- Chung, H. D. F. Cheour and A. Passos. 1993. Effect of foliar application of calcium chloride on shelf life and quality of strawberry fruits.Journal of Horticultural Sciences, 34(1):7-15.

10- Corzo,O.and Gomez,E.R.2003.Optimization of osmostic dehydration of cantaloupe using desired function methodology.Journal of Food Engineering,64:213-219.

11- Del Valle, J.M., Aranguiz, V. and Leon, H. 1998. Effect of blanching and calcium infiltration on PPO activity, texture, microstructure and

Archive of SID

www.SID.ir

kinetics of osmotic dehydration of apple tissue. Food Research International, 31: 557- 569.
12- Desouza, A. L. B., Fernandes, M. I. and Quintao Scalon, S. 1999. ″post harvest application of $CaCl_2$ in strawberry fruits: Evaluation of fruit quality and post-harvest life. ″Sciene.E.agrotec., Larvas Universuty, 23(4):841-848.
13- Erba, M. L., Forni, E., Colonello, A. and Giangiacomo, R. 1994. Influence of sugar composition and airdehydration levels on the chemical-physical characteristics of osmodehydrofrozen fruit. Food Chemistry. 50:69-73.
14- Forni, E., Sormani, A., Scalise, S and Torreggiani, D. 1997. The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots.Food Research International. 30(2) 87–94
15- Gomes,D.,Barbosa,J.L.,Colato, G.and Fernando,E.M.2004. Osmostic dehydration of acerola Fruit. Journal of Food Engineering,25:176-183.
16- Karim. O.R. 2010. Air-Oven Drying of Pre-Treated Fruit Slices: A Promising Solution to Post-Harvest Losses. Pakistan Journal of Nutrition, 9 (6): 547-551.
17- Kar, A. and Gupta, D.K.. 2001. Osmotic dehydration characteristics of button mushroom. Journal of Food Science and Technology, 38(4), 352-357.
18- Lurie, S. and Nussiouitch, A. 1996. Compression characteristics, firmness and texture perception of the treated and unheated apples, Int. Journal of Food science and Technology, 31: 1-5.
19- Moreira, RM., Figueired, A., and Sereno, A. 2000. Shrinkage of apple disks during drying by warm air convection and freeze drying. Drying Technology. 182 : 279-294.
20- Pritts,M.p.1998.Strawberry nutrition and nutrient deficiencies. In: Mass, J.L.(ed)Compendium of Strawberry Diseases, APS Press, St Paul. Minnesota,98.
21- Ranganna S. 1986. Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products, 1st Edn., McGraw-Hill, New Delhi.
22- Shafiur Rahman, M., Perera, C.O., Dong Chen, X., Driscoll, R.H and Lal Potluri, P. 1996. Density, shrinkage and porosity of calamari mantle meat during air drying in a cabinet dryer as a function of water content. Journal of Food Engineering, 30(1):135-145.
23- Thomas, P.2002. Leat number and position effects on the survival and performance of grape microcuttings in vitro,and the sensivity of the cut nodol region to the mediurna. Vitis,41:3-4.
24- Torreggiani,D. and Bertolo, G. 2001. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. Journal of Food Engineering, 42(2)247-253.
25- Torreggiani, D. and Bertolo, G. 2005. Osmotic pre-treatments in fruit processing : chemical , physical and structural effects. Journal of food engineering, 49: 1-7.

Archive of SID

www.SID.ir