فصلنامه‌ی علمی و پژوهشی شریف
فروردین‌ماه‌ و اردیبهشت ۱۳۸۷، شماره‌ی چهل و یکم، ص. ۷۳-۷۹، (یادداشت فنی)

حذف کدورت و تولید آب انار با شفافیت مناسب

حسین عزیزطائمه (کارشناس ارشد)
جلیل رضوی (استاد)
اختر‌الملوک کاظمی‌ویسری (استادیار)
دانشکده‌ی مهندسی شیمی و نفت، دانشگاه صنعتی شریف

زندگی در عصر صنعتی کنونی با تغییر و تحول قابل ملاحظه‌یی در الگوی غذایی اجتماعات مختلف همراه بوده است. حجم نسبتاً بالای مصرف آبمیوه مرغوبیت این دسته از محصولات را تابع پسند مصرف‌کننده کرده است. در صنایع آبمیوه‌سازی وجود کدورت ازجمله مشکلات مطرح است و در مقوله‌ی تحقیقات، شفاف‌سازی آبمیوه‌ها با اقبال بیشتری مواجه است. انار از جمله میوه‌هایی است که ایران توان بالایی در تولید آن دارد، اما علی‌رغم کیفیت بالای انار تولیدی، کنسانتره این میوه به علت عدم توجه کافی به مقوله‌ی شفاف‌سازی در چرخه‌ی فعال اقتصادی قرار ندارد.

در این پژوهش ابتدا تولید آب انار مورد بررسی قرار داده شد و آنالیز شیمیایی کاملی بر آب انار صورت پذیرفت. همچنین تأثیر روش‌های مختلف شفاف‌سازی بر کیفیت این آبمیوه مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت. تأثیر استفاده از ژلاتین، کیزل‌سل و آنزیم پکتیناز بر خواص آب انار مورد آزمایش قرار گرفت و مقدار بهینه‌ی استفاده از هریک از این عوامل شفاف‌ساز برای دستیابی به آب انار شفاف پایدار تعیین شد.

aziztaemeh@yahoo.com
razavi@sharif.edu
a_kazemi@sharif.edu

مقدمه

انار میوه‌ی بومی جنوب‌شرقی آسیاست و تولید آن از این کشور به ازبکستان، تاجیکستان، ایران، قفقاز و مناطق مدیترانه‌یی گسترش یافت. علاوه براین در بعضی کشورهای آمریکای جنوبی و منطقه‌ی کالیفرنیای آمریکا نیز تولید می‌شود. همچنین در مناطق گرم نیزپرورش انار به‌صورت مصنوعی ممکن است. انار یک پوست خارجی چرمی دارد که درون آن با لایه‌ی ضخیم و سفید دیگری پوشانده شده و دانه‌ها بر روی آن سوارند؛ و همچنین دسته‌های منظمی از این دانه‌ها به‌صورت مجزا توسط لایه‌ی نازک شفافی پوشیده شده‌اند. هر دانه شامل هسته‌یی است که با لایه‌یی که حاوی آب انار است پوشیده شده است. انار در دمای اتاق به‌مدت طولانی قابل نگهداری است، ولی در دمای زیر ۵ درجه سانتی‌گراد آسیب‌های سرمایشی بر آن اثر می‌گذارد.[۱]

انار منبع غنی‌یی از آنتوسیانین‌هاست. دلفینیدین-۳ و ۵ دی‌گلوکوزید اصلی‌ترین آنتوسیانین موجود در آب انار است. آنتوسیانین‌های آب انار به‌ترتیب مقدار آنها عبارتند از: سیانیدین-۳گلوکوزید/دلفینیدین-۳گلوکوزید/سیانیدین -۵،۳دی‌گلوکوزید/ دلفینیدین-۳ و ۵ دی‌گلوکوزید/ پلارگونیدین-۳ گلوکوزید/ پلارگونیدین -۵، ۳ دی‌گلوکوزید که توسط دستگاه کروماتوگرافی با گاز به‌طور کیفی شناخته می‌شوند و مقدار آنها نیز توسط دستگاه HPLC تعیین می‌شود.[۲] رنگ آب انار مستقیماً با تغییرات در غلظت آنتوسیانین‌ها تغییر می‌کند؛ مثلاً آب‌اناری که در آن دلفینیدین جزء اصلی است به رنگ بنفش است، در حالی که آب انار با رنگدانه‌ی اصلی پلارگونیدین به رنگ قرمز مایل به زرد است.

تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که آنتوسیانین‌های آب انار در مقابل حرارت نسبتاً مقاوم‌اند و میزان کاهش رنگ آن پس از ۹۰ دقیقه در ۹۲ درجه‌سانتی‌گراد فقط ۱۹ درصد است.[۳] طبق آزمایشات انجام شده بر انارهای مناطق مرکزی آسیا، انار شامل ۰/۲۲-۱/۰۵٪ انواع پلی‌فنل‌هاست که آنتوسیانین‌ها و اسیدهای فنلیک را شامل می‌شود؛ همچنین این میوه حاوی کاتشین و لئوکوآنتوسیانین نیز هست.[۴] بعضی از انواع انار با محتوای رنگ بالا، در هر ۱۰۰ گرم آب انار شامل ۶۰-۷۶۵ mg آنتوسیانین هستند. مقدار پلی‌فنل‌های کلی آب‌انار اگر به‌صورت انبوه آب‌گرفته شود تا ۳۹۰۰ mg/L نیز هست و در صورت جداکردن دانه‌ها و سپس آب‌گیری از آنها به مقدار ۱۲۵۰-۲۰۰۰ mg/L است. تلخی و طعم گس آب انار اکثراً ناشی از پروآنتوسیانین‌هاست. واضح است که طی فرایند آب‌گیری مقدار زیادی پروآنتوسیانین از پوست به آب‌میوه منتقل می‌شود که همین ماده عامل ایجاد کدورت و رسوب در آب‌میوه‌ی شفاف‌شده نیز هست.[۵]

شفاف‌سازی برای جلوگیری از تشکیل حالت کدری در طول ذخیره‌سازی لازم و ضروری است. به‌علاوه، طعم و مزه‌ی محصول براثر شفاف‌سازی بهبود می‌یابد. اگر چه هدف اصلی از شفاف‌سازی کاهش مقدار تانن و کاهش گسی محصول است، طی فرایند پرس کردن، مقداری تانن به آب‌میوه منتقل می‌شود. در عملیات شفاف‌سازی از ژلاتین، کیزل سل (سلیکاسل)، بنتونیت، کربن‌اکتیو، خاک (کلی) و غیره به‌عنوان عوامل لخته‌ساز و جاذب استفاده می‌شود. اگر محلول شفاف‌ساز به آب‌میوه افزوده شود یک رسوب لخته‌یی سنگین تشکیل می‌شود. زمانی که این لخته ته‌نشین می‌شود، ذرات معلق آب‌میوه نیز رسوب می‌کنند و در نتیجه آبمیوه‌یی شفاف برجای می‌ماند. دلیل فعالیت ترسیبی اختلاف بار بین مواد کلوئیدی و عوامل لخته‌ساز است.[۶] همچنین استفاده از آنزیم پکتیناز به‌منظور شفاف‌سازی و حذف پکتین با وجود مقدار کم پکتین در آب انار ضروری به‌نظر می‌رسد.[۷]

با وجود انجام مطالعات و پژوهش‌های فراوان در زمینه‌ی شفاف‌سازی آب‌میوه‌های مختلف، به‌علت تعلق انار به مناطق آسیایی و نیز کاربرد فراوان این محصول در تهیه‌ی رب‌ها و سس‌ها و عدم نیاز این محصولات به شفاف‌سازی تحقیقات ناچیزی در این زمینه انجام گرفته است. هدف از مطالعه‌ی حاضر علاوه بر آنالیز کامل آب انار، ارائه‌ی روشی برای تعیین مقادیر مناسب شفاف‌سازها به‌منظور دست‌یابی به آب انار پایدار و مناسب در تولید کنسانتره است، به‌طوری که کنترل استفاده از شفاف‌کننده‌ها به‌گونه‌یی باشد که علاوه بر دست‌یابی به شفافیت مناسب خود عامل کدورت‌های ثانویه نشوند. نکته‌ی بارز در این تحقیق انجام همزمان آنالیز کامل شیمیایی و آزمایشات شفاف‌سازی است که می‌تواند راهگشای تحقیقات بعدی شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، انار مورد نیاز از باغات ساوه تهیه شد و پس از دانه‌گیری دستی، توسط آبگیر چنان آب‌گیری شدند که دانه‌ها لطمه نبینند. آب انار حاصل پس از عبور از پارچه‌ی صافی توسط سانتریفوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌منظور جدایش ذرات معلق تحت عمل قرار گرفت. سپس از آب انار صاف شده‌ی حاصل برای آزمایشات بعدی استفاده شد.

برای شفاف‌سازی از آنزیم پکتیناز، ژلاتین خوراکی و کیزل‌سل (سلیکاسل) استفاده شد. آنزیم پکتیناز از شرکت Rohm تهیه شد. از آنجا که این آنزیم مخلوطی از آنزیم‌های پکتولیتیک بود، فعالیت آن محاسبه نشد. برای تعیین مقدار بهینه‌ی مصرف آن از آزمون الکل و آزمایش پکتات کلسیم استفاده شد.

روش آزمایش چنین است که ابتدا محلول ۰/۵٪ آنزیم تهیه، و سپس نمونه‌هایی با غلظت‌های مختلف از آنزیم به‌منظور اثرگذاری بر آب انار آماده شد و به‌مدت یک ساعت در دمای ۵۰-۵۲ درجه‌ی سانتی‌گراد نگه‌داشته شد. سپس توسط آزمون الکل تأثیر آنزیم مورد بررسی قرار گرفت. اما چون رنگ آب انار قرمز است و تشکیل لخته به‌خوبی قابل رؤیت نیست، نتایج این آزمون به‌طور دقیق قابل اطمینان نیست و فقط به‌دلیل آسانی و سرعت این روش محدوده‌ی غلظت اثر آنزیم باریک‌تر می‌شود، سپس غلظت‌های مناسب‌تری از آنزیم در آبمیوه تهیه و توسط آزمون پکتات کلسیم مورد بررسی نهایی قرار گرفت. بعد از انجام این آزمایش مقدار بهینه‌ی مصرف آنزیم پکتیناز تعیین شد و نتیجه‌ی حاصل برای اطمینان تکرار شد. نکته‌ی قابل توجه در این زمینه این است که مصرف بیش از حد بهینه، خود باعث ایجاد کدورت خواهد شد، و علاوه بر بالا بودن قیمت آنزیم، از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه نیست. لذا اهمیت تعیین مقدار بهینه آنزیم نمایان می‌شود. در روش آزمون الکل (آزمون کیفی) ۱۰cc از آب انار در هر لوله آزمایش ریخته شده و مقدار تعیین شده از آنزیم به هر نمونه افزوده می‌شود. دلیل استفاده از لوله‌ی آزمایش آن است که حالت ابری لخته‌ی حاصل از افزودن اتانول، در لوله بهتر دیده می‌شود. ولی در آزمون پکتینات کلسیم (آزمون کمی) حجم نمونه برداشته شده مطابق روش استاندارد قابل توجه است و مقدار پکتین از روی وزن رسوب پکتات کلسیم اندازه‌گیری می‌شود. در طول انجام این آزمون‌ها با غلظت‌های مختلف آنزیم، هنگامی که لخته تشکیل شود نتیجه‌ی آزمون مثبت، و اگر لخته تشکیل نشود نتیجه منفی است.[۸]

چون pH آب انار از pH نقطه‌ی همسان‌دمایی ژلاتین کم‌تر است لذا دارای بار مثبت است و با مواد دارای بار منفی مثل پلی فنل‌ها تشکیل لخته می‌دهد. ژلاتین مصرفی به‌صورت پودر بوده و ۸ ساعت قبل از مصرف محلول ۰/۵٪ از آن تهیه شد (۰/۵ گرم ژلاتین در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ۷۰ درجه سانتی‌گراد حل می‌شود). آزمایشات شفاف‌سازی با کیزل‌سل و ژلاتین در ۴۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. برای تعیین مقدار بهینه‌ی مصرف ژلاتین، با استفاده از آب اناری که آنزیم بر روی آن اثر کرده، غلظت‌های مختلفی از ژلاتین در آب انار تهیه شد. پس از هم‌زدن با همزن دور پایین و زمان دادن به‌مدت ۱۵ دقیقه، مقدار ژلاتین مصرفی در شفاف‌ترین نمونه به‌عنوان مقدار بهینه‌ی ژلاتین انتخاب شد. برای کسب اطمینان بیشتر از نتیجه‌ی حاصل، پس از صاف‌کردن آب‌میوه‌ی شفاف‌شده، دو حجم ۵ میلی‌لیتری از آن به دو لوله‌ی آزمایش منتقل کرده، و بر روی یکی از آنها آزمون ژلاتین و بر دیگری آزمون سلیکاسل انجام می‌دهیم، به این‌صورت که در هنگام افزودن ژلاتین اگر لخته تشکیل شود نشان‌دهنده‌ی کمبود مقدار مصرفی ژلاتین اولیه است و اگر در هنگام افزودن سلیکاسل لخته‌ی ابری تشکیل شود نشان‌دهنده‌ی مقدار مصرف بیش از حد ژلاتین اولیه است. لذا در صورت منفی‌بودن نتیجه‌ی این دو آزمون و عدم تشکیل لخته، مقدار مصرف ژلاتین مقدار بهینه است.

سلیکاسل ماده‌ی کمک شفاف‌کننده‌ی حاصل از محلول کلوئیدی اسید سالیسیلیک در آب است و با ایجاد بار منفی در آب انار با ذرات دارای بار مثبت مثل پروتئین‌ها تشکیل لخته می‌دهد. از سوی دیگر به‌دلیل داشتن ویژگی جذب سطحی بر روی مواد فنلی تکپار یا بسپار اثر می‌گذارد. کیزل‌سل به‌صورت محلول ۱۵٪ در اختیار قرار گرفت ولی به‌منظور رعایت دقت در آزمایشات محلول ۰/۱۵٪ از آن تهیه شد. آزمایش تعیین مقدار بهینه‌ی کیزل‌سل بر روی آب اناری که با آنزیم و ژلاتین تحت فرایند قرار گرفته صورت پذیرفت. کیزل‌سل به مقدارهای مورد نظر برای رسیدن به غلظت‌های دلخواه به نمونه‌های آماده شده افزوده شد و پس از هم‌زدن به‌مدت ۲۰-۱۰ دقیقه به آن زمان داده شد تا لخته تشکیل شود. مقدار سیلیکاسل مصرفی نمونه‌یی که بهترین شفافیت را داشته باشد، به‌عنوان مقدار بهینه تعیین می‌شود. در تعیین مقدار مصرف بهینه‌ی کیزل‌سل از آزمون پایداری نیز استفاده شد، و از بین نمونه‌های با شفافیت برابر نمونه‌یی که پایدار بود انتخاب شد. پس از اعمال مراحل شفاف‌سازی پروتئین، پکتین مقدار کل آنتوسیانین‌ها اندازه‌گیری شد. پروتئین و پکتین به‌طور کامل حذف شدند.

کربن فعال و بنتونیت نیز برای شفاف‌سازی آب انار به‌کار گرفته شدند ولی باتوجه به اینکه سبب حذف بیش از حد رنگ قرمز آب انار شد، از روند آزمایش‌ها حذف شدند. استفاده از این شفاف‌سازها نیاز به کنترل کامل فرایند دارد و با توجه به نتایج قابل قبولِ حاصله از ژلاتین و کیزل‌سل، استفاده از دیگر شفاف‌سازها به مطالعات بعدی موکول شد.

تعیین مشخصات آب انار

برای بیان خصوصیات آب‌انار مورد مطالعه، چگالی درصدماده خشک، مقدار خاکستر، اسیدیته، pH، مقدار تانن، مقدار کل آنتوسیانین، مقدار پکتین، آهن، پروتئین، درجه بریکس، کدورت و مقدار رطوبت آن اندازه‌گیری و گزارش شد. مقدار تانن از روش مشروح در AOAC سال ۱۹۸۴ به شماره ۳۰/۵۱۹ استفاده شد. اسیدیته‌ی کل نیز براساس اسیدسیتریک گزارش شد. مقدار کل آنتوسیانین با استفاده از روش فولکی و فرانسیس[۹] ارزیابی شد. مقدار پکتین با استفاده از روش وزنی، و بر حسب وزن رسوب پکتینات کلسیم، و نامحلول بودن نمک کلسیم پکتین در مجاورت اسید استیک اندازه‌گیری شد.

برای ارزیابی مقدار آهن از روش نورسنجی طیفی و نیز از استاندارد آمونیم سولفات آهن III استفاده شد. همچنین پروتئین کل آب انار توسط روش کجلدال محاسبه و تعیین شد. درجه بریکس آب انار نیز توسط انکسارسنج مطابق روش استاندارد تعیین شد.[۹و۱۰]

نتایج و بحث

در جدول ۱ پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب‌انار مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج آزمایشات انجام شده با اطلاعات ارائه شده توسط سایر محققین به‌خوبی مطابقت دارد.[۱۱و۱۲] همان‌طور که در جدول ۱ دیده می‌شود اگرچه مقدار پروتئین بسیار کم است، همین مقدار کم اگر حذف نشود به‌همراه پلی‌فنل‌های فعالِ کدورتی ــ مثل پروآنتوسیانیدین B۳ (کاتشین ـ کاتشین) و پرودلفینیدین B۳ (گالوکاتشین ـ کاتشین) ــ ایجاد کدورت ثانویه می‌کند. حذف مقدار پکتین توسط آنزیم نیز از اهمیت به‌سزایی برخوردار است، زیرا پکتین ایجاد کدورت می‌کند و این امر به‌خصوص پس از مراحل گرمادهی (مثل پاستوریزه کردن) مشهود است.

آزمون‌های اولیه نشان داد که غلظت‌های بیش از ۱۴۰ و کم‌تر از ۹۰PPM آنزیم مناسبی نیستند. لذا غلظت مورد نیاز آنزیم در این محدوده قرار گرفت و آزمایشات دقیق‌تر در همین محدوده‌ی غلظتی انجام پذیرفت. در فاصله‌های زمانی ۱۵ دقیقه‌یی از آب اناری که تحت تأثیر آنزیم قرار داشت (۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب‌انار با غلظت معین از آنزیم) نمونه‌برداری شد. نتایج آزمون‌ها در جدول ۲ (در ستون‌های عمودی) ارائه شده است. این نوع جدول در آزمایشات شفاف‌سازی بسیار متداول است و مشخصاً کاربران آن را برای آنزیم‌ها تهیه می‌کنند تا بتوانند در مواقع ضروری و در غلظت‌های مختلف و زمان اثر مختلف از آن بهره بگیرند.

همانطورکه مشاهده می‌شود، بهترین غلظت آنزیم که پس از ۶۰ دقیقه مناسب است ۱۱۰PPM است و نمونه‌هایی که تحت این غلظت قرارگرفتند برای آزمایشات بعدی به‌کار گرفته شدند.

برای تعیین مقدار بهینه‌ی ژلاتین ابتدا بر روی آب‌انار آنزیم با غلظت تعیین‌شده اثر داده شد. در ابتدا ۵ نمونه با غلظت‌های (gr/ton) ۳۰-۵۰-۱۰۰-۱۵۰-۲۰۰ تهیه شد ولی مشاهده شد که در محدوده‌ی ۱۰۰-۵۰ شفافیت بهتری حاصل می‌شود. لذا در نوبت بعد اختلاف غلظت‌ها کاهش یافت و نمونه‌هایی با غلظت‌های (gr/ton) ۵۰-۵۵-۶۰-۶۵-۷۰-۷۵-۸۰-۸۵-۹۰-۹۵ آماده شد و مشاهده شد که غلظت‌های ۷۵، ۷۰ و ۸۰ نسبت به سایر غلظت‌ها شفافیت بهتری ایجاد می‌کنند؛ لذا برای حصول اطمینان آزمون‌های ژلاتین و سلیکاسل بر روی آنها صورت گرفت؛ و سپس غلظت (gr/ton) ۷۰ به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد. بر روی این نمونه‌ی نهایی آزمون کجلدال نیز انجام شد ولی هیچ‌گونه افزایش پروتئین مشهود نبود.

آزمایش تعیین مقدار سلیکاسل بر روی آب اناری که آنزیم و ژلاتین هر دو بر آن اثر کرده بود صورت گرفت. در آزمایش نهایی به ۸ لوله‌ی آزمایش چنان سلیکاسل افزوده شد که غلظت‌های ۱۰۰-۱۵۰-۲۰۰-۲۵۰-۳۰۰-۳۵۰-۴۰۰-۴۵۰ میلی‌لیتر سلیکاسل ۱۵٪ در هر تن ایجاد شود، پس از هم‌زدن و ۱۵ دقیقه زمان دادن مشاهده شد که نمونه‌ی ۳۵۰ میلی‌لیتر سلیکاسل ۱۵٪ در هر تن بهترین شفافیت را ایجاد کرد. البته این نتیجه با انجام آزمون پایداری بر روی آب‌انار شفاف‌شده به اثبات رسید.

در این آزمون آب انار تحت شوک‌های حرارتی متوالی قرار می‌گیرد و پس از ۲ ساعت تشکیل لخته یا کدری بررسی می‌شود. براین اساس عدم تشکیل کدورت نشان‌دهنده‌ی پایداری آب انار در طول ذخیره‌سازی است. درصد عبور نمونه‌ی شفاف شده توسط نورسنج طیفی بررسی شد. در جداول ۳ و ۴ خلاصه‌یی از نتایج به‌دست آمده ارائه شده است، و جدول ۵ نیز بیان‌گر آنالیز نهایی آب انار پس از اعمال شفاف‌سازی است.

همانطورکه مشاهده می‌شود با اعمال شفاف‌سازی، شفافیت بسیار خوبی از آب انار به‌دست آمده است. جدول ۵ حاکی از حذف پکتین، تانن و پروتئین پس از

جدول ۱. پارامترهای اندازه‌گیری شده در نمونه.

چگالی (gr/cm^3)	۱٫۰۷۳۲
درصد ماده‌ی خشک	٪۱۶٫۰۵۵
درصد خاکستر	٪۰٫۴۰۶
اسیدیته برحسب اسید سیتریک $(gr/100cc)$	۱٫۲۵۳
pH	۳٫۳۳
درجه بریکس	۱۵٫۵
مقدار رطوبت ٪	٪۸۳٫۹۵
مقدار تانن $(gr/100cc)$	٪۰٫۱۳۳۳
مقدارکل آنتوسیانین (mg/lit)	۲۱٫۱۶
مقدار پکتین $(gr/100cc)$	۰٫۰۵۹
مقدار آهن $(mg/100cc)$	۰٫۳
پروتئین $(gr/100cc)$	۰٫۱۰۳

جدول ۲. نتایج اثر آنزیم پکتیناز بر روی نمونه.

۹۰(min)	+	-	-	-	-	-	-
۷۵	+	+	-	-	-	-	-
۶۰	+	+	+	-	-	-	-
۴۵	+	+	+	+	-	-	-
۳۰	+	+	+	+	+	+	-
۱۵	+	+	+	+	+	+	+
	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰(PPM)

جدول ۳. نتایج آزمایشات.

آنزیم پکتیناز	۱۱۰ PPM
ژلاتین	۷۰ gr/ton
کیزل سل	۳۵۰ mL of ٪۱۵/ton

جدول ۴. مقایسه‌ی درصد عبور از نمونه‌ها.

T٪ قبل از سانتریفوژ آب انار	۱۰
T٪ پس از سانتریفوژ	۳۷٫۸
T٪ پس از اعمال شفاف‌سازی	۵۱

جدول ۵. تجزیه و تحلیل نمونه‌ی نهایی شفاف‌شده.

درصد ماده‌ی خشک	pH	درصد عبور	آهن	پکتین	تانن	پروتئین
۱۵٫۰۱	۳٫۳۷	٪۵۱	۰٫۲۸$mg/100CC$	Trace	Trace	Trace

شفاف‌سازی است، و همانطور که می‌بینیم درصد ماده خشک کاهش یافته است. کاهش اندک آهن را نیز می‌توان بر اثر جذب سطحی و کاهش ذرات دانست.

نتیجه‌گیری

شفاف‌سازی آب انار با استفاده از عوامل آنزیم پکتیناز، ژلاتین و کیزل سل با موفقیت صورت پذیرفت. آزمایشات نشان داد که غلظت ۱۱۰PPM از آنزیم به‌کار رفته در مدت ۶۰ دقیقه مناسب است. مقدار بهینه‌ی مصرف ژلاتین ۷۰ گرم بر تن و مقدار بهینه‌ی مصرف کیزل‌سل ۳۵۰ میلی‌لیتر و سلیکاسل ۱۵٪ در هر تن معین شد.

آزمایشات پایداری توسط شوک‌های حرارتی و نیز پایداری زمان ماند بر روی نمونه‌ها صورت پذیرفت که نشان‌گر شفافیت مناسب و پایداری بودند. شفاف‌سازی با این گروه از شفاف‌سازها باعث حذف پکتین، پروتئین و تانن شد و لذا پایداری آب انار پس از بسته‌بندی نیز ثابت باقی می‌ماند.

منابع

1. Du, C.T. Wang, P.L. and Francis. F.J. "Anthocyanins of pomegranate", *J. of food science,* **40**, pp. 417-418 (1975).
2. Fuleki, T. and Franci, F.J. Quantitative methods for anthocyanins. 1. extraction and determination of total anthocyanin in cranberries, *J. OF Food Science,* **33**, pp. 72-77 (1968).
3. Sonia de Pascual-Teresa, Celestino Santos-Buelga, and Julian C. Rivas-Gonzalo. Quantitative analysis of flavan-3-ols in spanish foodstuffs and beverages, *J. Agric. Food Chem,* **48**, pp. 5331-5337 (2000).
4. Artik, N. urakami, H. and Mori, T. Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by using HPLC, *Fruit Processing,* **12**, pp. 492-499 (1998).
5. Gil, M.I. and et.al, Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening, *J. Sci. Food Agric,* **68,** pp. 77-81 (1995).
6. Palermiti, Method of manufacturing a juice concentrate. US patent No. 519428 (1993).
7. Kashyap, D.R. Vohra, P.K. chopra, S. and Tewari, R. Application of pectinases in the commercial sector: a review, *Bioresource Technology,* **77**, pp. 215-227 (2001).
8. Bayindirli, L. Sahin, S. and Artik, N. The effect of clarification methods on pomegranate juice quality, *Fruit Processing,* **9**, pp. 267-270 (1998).
9. Gil, M.I. and Tomas-Barberan, F. A. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing, *J. Agric. Food Chem,* **48**, pp. 4581-4589 (2000).
10. Siebert, K.J. Protein-Polyphenol haze in beverages, *Food Technology,* **53**(1), pp. 54-57 (1999).
11. El-Nemr, S.E. Ismail, I.A. and Ragab, M. The chemical composition of the juice and seeds of pomegranate fruits, *Fruit Processing,* **2**(11), pp. 162-164 (1992).
12. Velioglu, S. Unal, C. and Cemeroglu, B. Chemical characterization of pomegranate juice, *Fruit Processing,* **8**, pp. 307-310 (1997).