Archive of SID

بررسی اثر مواد شیمیایی در شفاف سازی آب انار

حسین عزیزطائمه*+، اخترالملوک کاظمی، جلیل رضوی
تهران، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی شیمی و نفت، صندوق پستی ۸۶۳۹-۱۱۳۶۵

چکیده: در این تحقیق، اثر مواد متفاوت شفاف‌ساز روی کیفیت آب‌انار مطالعه شد. آب‌انار از نظر اجزاء و ترکیب‌ها تجزیه شد و ترکیب‌های اثرگذار در فرایند شفاف‌سازی و عامل‌های موثر در کدورت‌های ثانویه مورد ارزیابی قرار گرفتند. آنزیم پکتیناز برای حذف پکتین به‌کار گرفته شد. همچنین مقدار، دمای بهینه و زمان اثر مناسب آن به ترتیب ۱۱۰ ppm، ۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۶۰ دقیقه تعیین شد. مقدار مصرف بهینه عامل‌های شفاف ساز ژلاتین، سلیکاسل ۱۵ درصد و بنتونیت به ترتیب ۷۰ g/ton، ۳۵۰ ml/ton و ۲۵۰ g/ton تعیین شد و مزیت‌های مصرف هر کدام در آب‌انار مورد ارزیابی قرار گرفت. دمای پایین (۲۰ درجه سانتی‌گراد) برای شفاف‌سازی، نتیجه‌های بهتری را نشان داد. در این تحقیق برای نخستین بار PVPP (پلی وینیل پلی پرولیدون) برای رفع کدورت‌های ثانویه و ایجاد آب‌میوه‌ی با شفافیت پایدار به کار گرفته شد و مقدار بهینه‌ی مصرف آن در آب انار ۸۰g/۱۰۰ lit تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: آب انار، کدورت، شفاف سازی، پایدار سازی، کدورت ثانویه.

KEY WORDS: *Pomegranate juice, Turbidity, Clarification, Stabilization, Secondary haze.*

مقدمه

انار[۱] میوه‌ی ویژه مناطق گرمسیری است و بیشتر گیاه‌شناسان موطن اولیه آن‌را قفقاز، سواحل دریای خزر و بلندی‌های زاگرس می‌دانند. انار منبع غنی از آنتوسیانین‌هاست [۱]. آنتوسیانین‌های موجود در آب انار[۲] عبارت‌اند از: سیانیدین ـ ۳ ـ گلوکوزید، دلفینیدین ـ۳ـ گلوکوزید، سیانیدین ـ۵،۳ ـ دی گلوکوزید، دلفینیدین ـ ۵،۳ ـ دی‌گلوکوزید، پلارگونیدین ـ ۳ ـ گلوکوزید و پلارگونیدین ـ ۵،۳ ـ دی‌گلوکوزید که به‌وسیله‌ی دستگاه کروماتوگرافی با گاز به‌طور کیفی شناخته شده و به‌وسیله‌ی دستگاه HPLC تعیین مقدار می‌شوند [۲]. رنگ آب انار به‌طور مستقیم به‌وسیله‌ی تغییر در غلظت آنتوسیانین‌ها تغییر می‌کند. برای مثال، آب اناری که در آن دلفینیدین جزء اصلی است، رنگ بنفش را نمایان می‌کند در حالی که آب انار با پیگمنت اصلی پلارگونیدین رنگ قرمز مایل به زرد را نشان می‌دهد.

تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که آنتوسیانین‌های آب انار در مقابل حرارت به نسبت مقاوم هستند و میزان کاهش رنگ پس از ۹۰ دقیقه در ۹۲ درجه سانتی‌گراد فقط ۱۹ درصد است [۳].

طبق آزمایش‌هایی که روی انارهای مناطق مرکزی آسیا صورت گرفته، انار شامل ۰/۲۲ ـ ۱/۰۵ درصد انواع پلی‌فنل‌هاست که شامل آنتوسیانین‌ها و اسیدهای فنلیک است، همچنین کاتچین[۳] و لئوکوآنتوسیانین[۴] نیز وجود دارند [۴]. برخی از انواع انار با محتوی رنگ بالا شامل ۷۶۵ mg /۱۰۰g juice ـ ۶۰۰ آنتوسیانین هستند. مقدار کل پلی فنل‌های آب‌انار اگر همراه با پوست آب‌گرفته شود تا ۳۹۰۰ mg/l نیز می‌باشد و در صورت جداکردن دانه‌ها و آب‌گیری ۱۲۵۰-۲۰۰۰ mg/l است. تلخی و طعم گس[۵] آب انار بیشتر

*عهده دار مکاتبات
+E-mail: aziztaemeh@yahoo.com

(۱) Pomegrante, punicagranatum, punicaceae
(۲) Pomegranate juice
(۳) Catechin
(۴) Leucomanthocyanidin
(۵) Astringency

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به پروآنتوسیانین‌ها است. واضح است که مقدار زیادی پروآنتوسیانین[۱] از پوست به آب‌میوه در طی فرایند آب‌گیری منتقل می‌شود که عامل ایجاد کدورت[۲] و رسوب در آب‌میوه شفاف‌شده نیز است [۵]. شفاف‌سازی[۳] برای جلوگیری از تشکیل حالت کدری در طول ذخیره‌سازی لازم و ضروری می‌باشد، همچنین طعم و مزه‌ی فراورده به وسیله‌ی شفاف‌سازی مناسب بهبود می‌یابد. در طی پرس‌کردن، تانن[۴]، به آب‌میوه منتقل می‌شود که هدف اصلی از شفاف‌سازی کاهش مقدار تانن و کاهش طعم گسی فراورده است. برای شفاف سازی، ژلاتین، کیزل سل (سلیکاسل)، بنتونیت، کربن‌فعال، خاک(کلی) و غیره به عنوان عامل‌های لخته‌ساز و جاذب استفاده می‌شوند. اگر محلول شفاف‌ساز به آب‌میوه افزوده شود یک رسوب لخته‌ای سنگین تشکیل می‌شود. زمانی که این لخته ته‌نشین می‌شود، باعث رسوب ذره‌های معلق آب میوه نیز می شود و آب میوه‌ای شفاف باقی می‌ماند.

دلیل فعالیت رسوبی، تفاوت بار بین مواد کلوییدی و عامل‌های لخته‌ساز است [۶]. همچنین استفاده از آنزیم پکتیناز برای شفاف‌سازی و حذف پکتین با وجود مقدار کم پکتین در آب انار ضروری به‌نظر می‌رسد [۷]. عامل‌های ایجاد کدورت ثانویه متفاوت با عامل‌های ایجادکننده‌ی کدورت‌های طبیعی آب میوه‌اند. مواد کمپلکسی و کندانسه که در نتیجه‌ی واکنش متقابل مواد (پروتئین ـ مواد فنلی، پکتین ـ مواد فنلی، یون‌فلز ـ مواد فنلی) ایجاد می‌شوند عامل ایجاد این کدورت‌های ثانویه هستند [۸ و۹]. بنابراین، ترکیب‌های فنلی به‌دلیل ویژگی کندانسه‌شدن و پلیمریزه شدن در اثر مرور زمان، باید مورد توجه قرارگیرند. حذف تمامی این مواد فنلی نیز در طی فرایند شفاف‌سازی مطلوب نیست، زیرا طعم ویژه‌ی آب‌انار و رنگ قرمز آن نیز وابسته به‌این مواد فنلی است. لذا کاهش میزان این مواد نیز باید تا حد معینی صورت پذیرد [۱۰و ۱۱].

ژلاتین پروتئینی از نوع کلاژن می‌باشد و در pH آب میوه دارای بار مثبت است ولی مواد فنلی در pH آب میوه دارای بار منفی اند و به همین دلیل ژلاتین، سبب تشکیل لخته با این مواد می‌شود. کیزل سل[۵] در آب میوه ایجاد بار منفی می‌کند و افزون بر این‌که سبب رسوب ترکیب‌های دارای بار مثبت مثل پروتئین می‌شود، اثر جذب سطحی ضعیفی هم روی مواد فنلی دارد.

بنتونیت از گروه مونتموریلونیت است و دارای ویژگی جذب سطحی است و به‌ویژه روی پروتئین تاثیر می‌گذارد در نتیجه از ایجاد کدورت ثانویه جلوگیری می‌کند. افزون بر این، باعث جذب موادفنلی هم می‌شود. PVPP پلیمر، وینیل پرولیدون بوده و ماده‌ای سنتزی است که در آب و اسید نامحلول است. به‌وسیله‌ی پیوند هیدروژنی برای مواد فنلی دارای ویژگی جذب‌سطحی خاصی می‌باشد، به‌ویژه در جداسازی ترکیب‌های پلی‌فنلی کندانسه در آب میوه و ایجاد شفافیت پایدار مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۲ و ۱۳].

مطالعه‌ها و پژوهش‌های فراوانی در زمینه شفاف سازی آب میوهای متفاوت صورت پذیرفته است، ولی با این وجود به علت تعلق انار به مناطق آسیایی و نیز کاربرد فراوان این فراورده در تهیه رب‌ها و سس‌ها و عدم نیاز این فراورده‌ها به شفاف سازی، تحقیقات ناچیزی در این زمینه انجام شده است. هدف از مطالعه‌ی حاضر، افزون بر شناخت تجزیه کاملی از آب انار، ارایه روشی برای تعیین مقدارهای مناسب شفاف سازها برای رسیدن به آب انار پایدار و مناسب برای مرحله تولید کنسانتره است. به طوری که استفاده از شفاف کننده‌ها به گونه ای کنترل شود که افزون بر حصول شفافیت مناسب، خود عامل کدورت نشود. نکته بارز در این تحقیق، انجام هم‌زمان تجزیه شیمیایی کامل و آزمایش‌های شفاف‌سازی و استفاده موفق از PVPP برای حذف کدورت‌های ثانویه[۶] و پایدار سازی[۷] فراورده است که می‌تواند راه‌گشای تحقیقات بعدی شود.

مواد و روش‌ها

انار تازه از نوع دانه قرمز ساوه تهیه شد و دانه های جداشده، به طوری که هسته ها لطمه نبینند، با دستگاه آب‌گیر دستی ساخت ایران آب‌گیری شدند. آب انار از پارچه و کاغذ صافی عبور داده شد (سیستم پمپ خلا برای صاف کردن محلول EDVARDS HIGH VACUM LIMITED E۵۱۵۰TA ساخت انگلیس) و به وسیله‌ی سانتریفوژ (Heraeus ۱۱ KS ساخت آلمان) با ۳۰۰۰ دور بر دقیقه برای جداسازی ذره‌های معلق تحت قرار گرفت و برای آزمایش‌های بعدی به‌کار رفت. ژلاتین، از شرکت MERCK، سلیکاسل از شرکت FULK، بنتونیت و PVPP از شرکت BASF تهیه شدند.

(۱) Proanthocyanin
(۲) Turbidity
(۳) Clarification
(۴) Tannin
(۵) Kieselsol
(۶) Secondary haze
(۷) Stabilization

www.SID.ir

Archive of SID

در ادامه تجزیه کاملی از آب انار، به وسیله‌ی روش‌های زیر حاصل شد [۱۴ و ۱۵]:

ـ چگالی به وسیله‌ی پیکنومتر

ـ درصد ماده خشک با استفاده از کوره دما ثابت (Heraeus ساخت آلمان)

ـ درصد خاکستر به وسیله‌ی کوره (ساخت ایران)

ـ اسیدیته (برحسب اسید سیتریک) آب انار با روش تیتری‌متری

ـ pH به‌وسیله‌ی دستگاه pH متر (Metrohm,F۳۵۰B سوئیس)

ـ درجه بریکس با دستگاه رفراکتومتر (rma TOKYO-۱۷۰۹۳)

ـ مقدار تانن با روش AOAC سال ۱۹۸۴ به شماره ۳۰/۵۱۹

ـ مقدارکل آنتوسیانین ها با روش Fuleki & Fransis

ـ مقدار پکتین با روش وزنی بر حسب کلسیم پکتینات

ـ مقدار آهن با اسپکتروفتومتری با استاندارد آمونیم سولفات آهن سه (Spectronic ۲۱D آمریکایی)

ـ مقدار پروتئین با روش کجلدال (ماکروکجلدال Gerhardt آلمان)

آزمایش‌های شفاف‌سازی در شرایط گرم با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و شرایط سرد با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. آزمایش‌های تعیین مقدار بهینه‌ی آنزیم پکتیناز (از شرکت Rohm) در دمای ماکسیمم فعالیت این آنزیم (۵۰ درجه سانتی‌گراد) که جداگانه به دست آمد به وسیله‌ی آزمایش الکل و کلسیم پکتات بررسی شد [۷].

با توجه به مطالعه‌های انجام شده [۱۶] بهترین ترتیب اضافه کردن شفاف‌کننده‌ها پس از آنزیم، ژلاتین ـ بنتونیت ـ سلیکاسل است. تعیین مقدار هریک از شفاف‌کننده‌ها پس از افزودن مقدار تعیین‌شده از شفاف‌کننده‌ی قبلی انجام و زمان تاثیر هر یک از این سه شفاف‌کننده ۱۵ دقیقه اعمال شد.

مقدار بهینه ژلاتین به‌وسیله‌ی آزمایش‌های ژلاتین و سلیکاسل تعیین شد. مقدار سلیکاسل با آزمایش استاندارد پایداری که عبارت است از تغییرهای دمای ناگهانی روی نمونه و بررسی کدورت‌های احتمالی، تعیین شد [۱۱]. برای تعیین مقدار PVPP افزون بر اندازه‌گیری‌های اسپکتروفتومتری و رنگ و شفافیت مناسب، برای مطالعه پایداری، نمونه‌هایی با مقدارهای بهینه تعیین شده تهیه و غلظت‌های مختلف PVPP به آنها اضافه شد. نمونه‌های آماده شده بسته‌بندی (دوی پک ۳ لایه) و پس از ۴ ماه نمونه‌ی با پایداری شفافیت مناسب تعیین شد. در همه‌ی موردها پس از اتمام

جدول ۱ـ نتیجه‌های تجزیه آب‌انار.

چگالی (g/cm^3)	۱/۰۷۳۲
درصدماده خشک	۱۶/۰۵۵
درصد خاکستر	۰/۴۰۶
اسیدیته برحسب سیتریک اسید (g/۱۰۰cc)	۱/۲۵۳
*p*H	۳/۳۳
مواد جامد محلول ($^\circ$BX)	۱۵/۵
مقدار تانن (g/۱۰۰cc)	۰/۱۳۳۳
مقدارکل آنتوسیانین (mg/lit)	۲۱/۱۶
مقدار پکتین (g/۱۰۰cc)	۰/۰۵۹
مقدار آهن (mg/۱۰۰cc)	۰/۳
پروتئین (g/۱۰۰cc)	۰/۱۰۳

مرحله‌های شفاف‌سازی، تانن، پکتین، آهن، درصد عبور، pH و درصد مادهٔ خشک نمونه‌های شفاف‌شده اندازه‌گیری شد.

نتیجه‌ها و بحث

نتیجه‌های تجزیه آب انار با روش‌های ذکر شده در جدول ۱ آورده شده است. مقدارهای پکتین، تانن، آهن و پروتئین به نسبت کم هستند ولی به ویژه با توجه به برهم‌کنش این مواد، در صورت تعدیل نشدن باعث بروز مشکلات کدورت‌های ثانویه می‌شوند. این مواد تشکیل کدورت‌ها را در سطوح متفاوتی تشدید می‌کنند. به‌عنوان نمونه، پروتئین و آهن با تانن کدورت‌های پس از بسته بندی و در طول نگه‌داری را موجب می شوند و مواد جامد معلق و پکتین نیز کدورت‌های نخستین را منجر می‌شوند. تجزیه بالا مقدار آنتوسیانین های این آب انار را در سطح بالاتری از موردهای مشابه [۱۴ و ۱۵] نشان می‌دهد، در حالی که مقدار پکتین به نسبت کم است و این موضوع اهمیت پایدارسازی را با توجه به کندانسه شدن پلی فنل ها در طی زمان انبارداری به خوبی بیان می‌کند.

آزمایش‌های مربوط به حذف پکتین، توسط آنزیم پکتیناز در دمای حداکثر فعالیت این آنزیم (۵۰ درجه سانتی‌گراد) انجام و نتیجه‌های آزمایش استاندارد الکل حاصل از این آزمایش‌ها در جدول ۲ رسم شده است. نتیجه‌ها به وسیله‌ی آزمون استاندارد کلسیم پکتات تایید شد. در این جدول غلظت آنزیم بر حسب ppm در مقابل زمان اثر آن بر حسب دقیقه بیان شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ـ نتیجه‌های اثر آنزیم پکتیناز روی نمونه.

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

جدول ۳ـ نتیجه‌های آزمایش ژلاتین و سلیکاسل برای تعیین مقدار بهینهٔ ژلاتین.

ژلاتین(گرم بر تن)	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰
آزمایش سلیکاسل	+	+	−	−	−	−	−	−
آزمایش ژلاتین	−	−	−	+	+	+	+	+

اهمیت تعیین مقدار دقیق آنزیم پکتیناز از آن جهت مورد توجه است که مصرف مقدارهای اضافه این آنزیم، خود باعث ایجاد کدورت در آب میوه می‌شود و مصرف مقدارهای کم آن نیز به علت عدم حذف کدری پکتینی، مرحله‌های بعدی شفاف سازی را از این جهت که داوری اولیه ما بر اساس رنگ سنجی است با مشکل جدی مواجه می کند. این جدول مقدار مصرف آنزیم را بر اساس زمان عملکرد بیان می‌کند و از جایگاه ویژه برخوردار است.

همان‌طور که از این نمودار مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت آنزیم، زمان مورد نیاز برای تاثیر آن کاهش می‌یابد. خط موربی که روی نمودار رسم شده است حد مطلوب را نشان می‌دهد. برای مثال برای تاثیر مؤثر آنزیم در زمان ۱ ساعت (زمان استاندارد) غلظت ppm ۱۱۰ از این آنزیم به کار می رود. در این جدول علامت مثبت نشان دهنده عدم حذف پکتین (نتیجه آزمایش استاندارد الکل و کلسیم پکتات مثبت، یعنی در این آزمایش‌ها وجود پکتین احراز شده است) و علامت منفی نشان دهنده حذف کامل پکتین (نتیجه‌ی آزمایش‌ها منفی) است.

نتیجه‌های آزمایش‌های سلیکاسل و بنتونیت برای تعیین مقدار بهینه ژلاتین در جدول ۳ نشان داده شده است. علامت مثبت در این جدول، نشان دهنده ایجاد رسوب پس از انجام آزمایش است که در مورد آزمایش سلیکاسل نشان دهنده‌ی مقدار اضافه ژلاتین و در مورد آزمایش ژلاتین نشان دهنده مقدار کم ژلاتین است. همان‌طور که این جدول نشان می‌دهد در غلظت g/ton ۷۰ نتیجهٔ آزمایش‌های ژلاتین و سلیکاسل هر دو منفی است و این غلظت مقدار بهینه ژلاتین مصرفی را نشان می‌دهد.

شفاف سازی با ژلاتین، نخستین مرحله‌ی شفاف سازی با مواد شفاف ساز توصیه می شود زیرا در صورتی که مقدارهای اضافی از این ماده مصرف شود، آنگاه کیزل سل (سلیکاسل) که به عنوان مرحله‌ی بعدی بـه‌کار می‌رود باعث افـزودن مقدارهـای اضافی ژلاتین می‌شود. همچنین مقدارهای باقی‌مانده ژلاتین که به عنوان پروتئین، امکان فعال شدن کدورتی[۱] را دارد به وسیله‌ی استفاده از بنتونیت حذف می شود.

آزمایش‌های تعیین مقدار بنتونیت و سلیکاسل با آزمایش استاندارد پایداری و درصد عبور محلول شفاف‌شده انجام شد و غلظت g/ton ۲۵۰ از بنتونیت و همچنین مقدار ml ۳۵۰ از سلیکاسل ۱۵ درصد بازای هر تن، نتیجه‌ی مطلوب را حاصل کرد. برای ارزیابی مقدار بهینه‌ی این مواد از اندازه‌گیری مقدار تانن و پروتئین نیز استفاده شد، که مقدارهای آن‌ها برای این غلظت‌ها در نقطه‌ی مناسبی قرار گرفته بود.

برای ارزیابی نهایی مقدار پلی وینیل پلی پیرولیدون، پس از ۴ ماه نمونه‌های بسته‌بندی‌شده آب انار فراوری شده با مقدارهای متفاوت PVPP آزمایش و ملاحظه شد که در نمونه‌هایی که با غلظت PVPP بیش از مقدار g/۱۰۰ lit ۸۰ فراوری شده‌اند، هیچ‌گونه کدورتی مشاهده نمی‌شود و به طور کامل شفاف هستند، ولی مقدارهای بیشتر، از این مقدار باعث کاهش رنگ آب انار شده بود.

(۱) Haze active

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ـ تجزیه‌ی نمونه‌ی نهایی شفاف‌شده.

درصد ماده‌ی خشک	pH	درصد عبور	آهن	پکتین	تانن	پروتئین
۱۵/۰۱	۳/۴	۵۲ درصد	mg/۱۰۰۰/۲۴	Trace	Trace	Trace

جدول ۵ـ مقدارهای تعیین‌شده‌ی نهایی شفاف‌کننده‌ها.

آنزیم	ژلاتین	سلیکاسل ۱۵ درصد	بنتونیت	PVPP
۱۱۰ppm	۷۰g/ton	۳۵۰ ml/ton	۲۵۰ g/ton	۸۰ g/۱۰۰ lit

ملاحظه‌ها پس از باز کردن بسته بندی‌ها نشان داد غلظت مناسب PVPP به وسیله آزمایش استاندارد پایداری به‌طور قابل قبولی پیش بینی می شود. سایر نمونه‌ها از شفافیت به نسبت مناسبی برخوردار بودند لیکن حالت کدری اندکی در آنها قابل رؤیت بود و در صورت ماندگاری بیشتر، امکان توسعه‌ی آن دور از انتظار نیست. این امر در نگه‌داری کنسانتره ها از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا غلظت بالای کنسانتره و به دنبال آن، افزایش نسبت عامل‌های کدورت‌زا، در طول زمان نگه‌داری استعداد زیادی برای ایجاد کدورت فراهم می نماید و نیاز به شفاف سازی با PVPP را چندین برابر می کند.

همه آزمایش‌های شفاف سازی، به طور جداگانه در دماهای سرد (۲۰ درجه سانتی‌گراد) و دمای گرم (۴۰ درجه سانتی‌گراد) انجام شد و نتیجه‌های ارایه شده در این مقاله مربوط به شرایط سرد است. اگر با دید کلی به نمونه‌های شفاف شده در شرایط گرم و سرد نگاه کنیم باید اذعان داشت که با اینکه تغییر محسوسی در غلظت‌های مصرفی برای شفاف کردن نیست، لیکن شفافیت نمونه‌های شفاف شده در شرایط سرد پایدارتر می‌باشند و دلیل آن را می توان حلالیت بیشتر ژلاتین در دمای بالاتر دانست.

تجزیه نمونه‌ی نهایی شفاف شده، حذف تانن و پکتین و پروتئین طی مرحله‌های شفاف سازی را نشان می‌دهد. جدول ۴ افزایش جزیی pH نمونه را به دلیل ویژگی قلیایی بنتونیت، افزایش درصد عبور نور از ۴۵ درصد به ۵۲ درصد را به دلیل کاهش چگالی رنگ و حذف کدورت و نیز کاهش مقدار آهن را به دلیل جذب و رسوب بیان می‌کند. جدول ۵ نیز مقدارهای بهینه مصرف شفاف‌سازها برای حصول آب انار شفاف و پایدار را به‌طور خلاصه نشان می دهد.

نتیجه‌گیری نهایی

آزمایش‌های شفاف‌سازی به وسیله‌ی ژلاتین، بنتونیت، سلیکاسل و PVPP در دو شرایط گرم و سرد انجام شد و تفاوت محسوسی بین مقدارهای بهینه‌ی مورد نیاز در این دو شرایط مشاهده نشد. اما شفاف‌سازی در شرایط دمایی سرد، پایداری با ثبات‌تری را نشان می‌دهد که علت آن تشکیل بهتر لخته‌ها و کم‌تر بودن حلالیت ژلاتین در آب میوه در این شرایط است. بهترین ترکیب مواد شفاف‌کننده برای شفاف‌سازی آب‌انار، ترکیب ژلاتین ـ بنتونیت ـ سلیکاسل و با همین ترتیب تشخیص داده شد. رعایت نکردن ترتیب استفاده از شفاف سازها و عدم تعیین دقیق مقدار این شفاف‌سازها به‌علت عدم حذف خود ماده شفاف‌ساز و عدم کارکرد مناسب ماده شفاف ساز نتیجه مناسب را حاصل نمی‌کند.

با کاربرد مرحله‌ی پایدارسازی به‌وسیله PVPP آب‌اناری با پایداری ثابت حاصل شد که باعث رفع کدورت‌های ثانویه شده و با حذف برای نخستین بار PVPP برای ممانعت از تشکیل کدورت‌های ثانویه در آب انار و ایجاد پایداری در شفافیت این آب میوه استفاده شد. پایدارسازی به وسیله‌ی PVPP با حذف پلی فنل‌های فعال کدورتی صورت می پذیرد به طوری که مکان‌های فعال کدری پلی فنل‌ها به وسیله‌ی نقاط پیوندی PVPP جذب شده و باعث حذف پلی فنل‌های فعال کدری می شود. تعیین مقدار بهینه‌ی PVPP به وسیله‌ی آزمایش استاندارد پایداری همان‌طورکه در این پژوهش بررسی شد، به خوبی پیش‌بینی می‌شود و از اهمیت ویژه ای برخوردار است زیرا افزودن بیش از حد این ماده سبب کاهش رنگ و طعم آب انار می‌شود.

تاریخ دریافت: ۸۴/۵/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۶/۱۳

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

[1] Du, C.T., Wang, P.L. and Francis, F.J., Anthocyanins of Pomegranate, *J. of Food Science*, **40**, 417 (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**, 72 (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**, 5331 (2000).

[4] Artik, N., Urakami, H., Mori, T., Determination of Phenolic Compounds in Pomegranate Juice by Using HPLC, *Fruit Processing*, **12**, 492 (1998).

[5] Gil, M.I., Garcia-Viguera, C., Artes, F., Tomas-Barberan, F. A., Changes in Pomegranate Juice Pigmentation During Ripening, *J. Sci. Food Agric.*, **68**, 77 (1995).

[6] Palermiti, Method of Manufacturing a Juice Concentrate, US Patent No. 519428 (1993).

[7] Kashyap, D.R., Vohra, P.K., Chopra, S., Tewari, R., Application of Pectinases in the Commercial Sector: A Review, *Bioresource Technology*, **77**, 215 (2001).

[8] Siebert, K. J., Lynn, P. Y., Haze-Active Protein and Polyphenols in Apple Juice Assessed by Turbidimetry, **62** (1), 79 (1997).

[9] Mcmurrough, I., Madigan, D., Kelly, R., Orourke, T., Haze Formation Shelf-Life Prediction for Lager Beer, *Food Technology*, **53** (1), 58 (1999).

[10] Siebert, K. J., Lynn, P. Y., Comparison of Polyphenol Interactions with Polyvinyl-polypyrrolidone and Haze-Active Protein, *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, **56** (1), 24 (1998).

[11] Siebert, K. J., Protein-Polyphenol Haze in Beverages, *Food Technology*, **53** (1), 54 (1999).

[12] Gil, M.I., F. Tomas-Barberan, A., Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and its Relationship with Phenolic Composition and Processing, *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 4581 (2000).

[13] Johnson, G., Donnelly, B. J., Johnson, D. K., The Chemical Nature and Precursors of Clarified Apple Juice Sediment, *Journal of Food Science*, **33**, 254 (1968).

[14] EI-Nemr, S.E., Ismail, I.A. and Ragab, M., The Chemical Composition of the Juice and Seeds of Pomegranate Fruits, *Fruit Processing*, **211**, 162 (1992).

[15] Velioglu, S., Unal, C., Cemeroglu, B., Chemical Characterization of Pomegranate Juice, *Fruit Processing*, **8**, 307 (1997).

[16] Bayindirli, L., Sahin, S., Artik, N., The Effect of Clarification Methods on Pomegranate Juice Quality, *Fruit Processing*, **9**, 267 (1998).

www.SID.ir