

تصفیه شربت خام نیشکر با بنتونیت: ۲- تعیین مقدار بهینه ژلاتین، زمان و دمای فرآوری با بنتونیت

بیوک آقا فرمانی^۱، محمدحسین حداد خداپرست^۲، جواد حصاری^۳ و عزت... رضایی عراقی^۴

تاریخ دریافت: ۸۵/۶/۵

چکیده

هدف از این بررسی بهینه‌سازی تصفیه شربت خام نیشکر با استفاده از بنتونیت جهت تولید قند مایع طبیعی یا عسل نیشکر می‌باشد. مواد غیرقندی موجود در شربت خام نیشکر شامل: ترکیبات رنگی، پلی‌ساکاریدها، صمغ‌ها، پروتئین‌ها و ... است که راندمان و کیفیت محصول نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و باید از شربت خام نیشکر حذف گردند. ژلاتین یک ماده پروتئینی است که بعنوان کمک شفاف‌کننده در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آزمایشات نشان داد که برای جدا کردن مواد غیرقندی باقیمانده و ایجاد شفافیت مطلوب در تصفیه بنتونیتی شربت خام نیشکر بهتر است از ژلاتین نوع A استفاده گردد تا در افزایش خالص‌سازی و تراکم رسوب بنتونیت موثر باشد. در این مطالعه تأثیر شرایط فرآیند تصفیه بنتونیتی همراه با ژلاتین (در پنج سطح ۰، ۰/۰۲، ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ gr/l)، زمان (در شش سطح ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ min) و دمای (در شش سطح ۲۵، ۴۰، ۵۵، ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰°C) فرآوری با بنتونیت روی شربت خام نیشکر انجام گرفت. از لحاظ ویژگی‌های کیفی آن شامل بریکس، پلاریزاسیون، درجه خلوص، خاکستر، کدورت و رنگ، با نمونه شاهد مورد مقایسه قرار گرفت تا مقدار بهینه مورد نیاز ژلاتین، زمان و دمای فرآوری با بنتونیت برای رسیدن به کیفیت مطلوب مشخص گردند. در پایان، نتایج آزمایش‌ها ۰/۰۲ gr/l ژلاتین، زمان ۶۰ min و دمای ۱۰۰°C فرآوری با بنتونیت را مناسب‌ترین شرایط برای خالص‌سازی شربت خام نیشکر نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: شربت خام نیشکر، تصفیه بنتونیتی، خالص‌سازی، ژلاتین

مقدمه

شربت خام نیشکر علاوه بر ساکارز محتوی مواد محلول و مواد غیرمحلول است که می‌توانند راندمان و کیفیت محصول نهایی را تحت تأثیر قرار دهد (۱۱). ترکیبات عمده‌ای که در تولید شکر از شربت نیشکر ایجاد مزاحمت می‌کنند شامل ترکیبات رنگی، پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، لیگنین و سیلیکات‌های کلوئیدی هستند (۱۲). هنگام عصاره‌گیری از ساقه‌های نیشکر در واحد آسیاب‌ها انواع مختلف ترکیبات محلول و قسمتی از مواد نامحلول ساقه نیشکر وارد شربت خام استخراجی می‌شود. شربت خام به این صورت قابل استفاده نبوده و باید تحت فرآیندهای خالص‌سازی از جمله روش‌های تصفیه مکانیکی و شیمیایی

اجزاء تشکیل دهنده عصاره خام نیشکر در نواحی مختلف جغرافیایی متغیر بوده و عموماً شامل: ۷۵-۶۹ درصد آب، ۱۶-۸ درصد ساکاروز، ۲-۰/۵ درصد قندهای احیاء کننده، ۱-۰/۵ درصد ترکیبات غیرآلی، ۱-۰/۵ درصد مواد نیتروژن‌دار و ۱-۰/۵ درصد سایر مواد آلی است (۱۳).

۱- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی.

پست الکترونیکی: bfarmani@yahoo.com

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

۴- معاونت راه اندازی و بهره‌برداری صنعتی شرکت توسعه نیشکر و صنایع

جانبی، تهران

ظرفیت بالای تبادل کاتیونی (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+}) است (۱۰). طریقه عمل بنتونیت بصورت الکترواستاتیک است که در سطوح دارای بار منفی و در کناره‌ها حاوی بار مثبت می‌باشد (شکل ۱) (۱۵).

ظرفیت بالای تبادل کاتیونی باعث می‌شود که کاتیونهای معدنی، کاتیونهای آلی، ذرات بیوارگانیک مانند رئوپروسها^۴ و پروتئین‌ها از محیط عمل حذف گردند (۱۰). بنتونیت با جذب سطحی پروتئین از تشکیل کدورت جلوگیری کرده (۱۷) و همچنین موجب کاهش آفلاتوکسین قارچی در شیر و پاتولین در آب سیب می‌گردد (۹). تیمار حرارتی، مواد کلوییدی موجود در عصاره را منعقد می‌کند و با حضور بنتونیت در عصاره، مواد منعقد شده^۵، تجمع پیدا کرده^۶ و این عمل صاف کردن عصاره را راحت می‌سازد (۴).

ژلاتین پروتئینی مشتق از کلاژن بوده که از استخوان، پوست و غضروف حیوانات تهیه می‌گردد و در صنایع غذایی به دلیل ویژگی پیونددهندگی و تشکیل ژل به عنوان ماده افزودنی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱). ژلاتین بعنوان کمک فرآیند کننده، تصفیه کننده، تثبیت کننده، قوام دهنده و بافت دهنده استفاده می‌شود. ژلاتین فاقد مزه و بو بوده و موقع متورم شدن ۱۰-۵ برابر وزن خود آب برای تشکیل ژل در محلولهای آبدار در دمای بین ۳۵-۳۰ C جذب می‌کند. این ترکیب ساختمان بی نظیر پروتئینی دارد که محدوده وسیعی از خصوصیات عملکردی را فراهم می‌سازد و شکل ماریچی در محلول آبدار تشکیل می‌دهد. ژلاتین در حداقل غلظت یعنی ۰/۵ درصد در محدوده ۸- pH=۴ ژل تشکیل می‌دهد. این pH در محلولهای آبی برای

قرار گیرد. تصفیه شربت خام مخلوط^۱ نیشکر با بنتونیت کلسیم- سدیم جزء روشهای تصفیه شیمیایی محسوب می‌شود. روش شیمیایی تصفیه بنتونیتی از لحاظ کارایی شبیه و حتی در مواردی همچون حذف کدورت و رنگ بسیار بهتر از روش تصفیه آهکی عمل می‌کند (۳).

بنتونیت، خاک رس به صورت سیلیکات آلومینیوم است که از خاکسترهای آتشفشانی حاصل می‌شود. این ماده با قابلیت تبادل کاتیونی برای کاهش مقدار پروتئین شربت خام استفاده می‌گردد. برخی از مواد مانند بنتونیت توانایی انجام بعضی از عملکردهای SO_2 را دارند. بنتونیت پلی فنل اکسیداز، فنل‌ها و ملکولهای باردار مثبت را جذب می‌کند. پلی فنل اکسیداز عامل قهوه‌ای شدن در عصاره‌ها و میوه‌جات است و فنل‌ها سوبسترای عمده برای اکسیداسیون در عصاره‌ها می‌باشند. جذب فنل‌های موجود در عصاره بوسیله بنتونیت قدرت قهوه‌ای شدن را کاهش می‌دهد (۱۴). با توجه باینکه فعالیت آنزیم بوسیله بنتونیت کاهش می‌یابد بنابراین توصیه می‌شود در موارد لازم ابتداء فعالیت آنزیمی تکمیل گردد (مخصوصا در صنعت آب میوه) و بعد عامل تصفیه کننده استفاده گردد (۱۶). بنتونیت بعضی از ملکولهای بدون بار را نیز از طریق جذب سطحی جذب می‌کند. همچنین ممکن است بطور غیر مستقیم برخی از ترکیبات فنولیک^۲ را از طریق اتصال با پروتئین‌ها جذب کند که در این صورت فنولیک‌ها با پروتئین‌های جذب شده در سطح بنتونیت، کمپلکس تشکیل می‌دهند. خصوصیات ویژه بنتونیت قابلیت تشکیل ژل‌های نوع تیکسوتروپیک^۳ با آب، قابلیت جذب مقادیر زیاد آب همراه با افزایش حجم بیشتر از ۱۵-۱۲ برابر حالت اولیه و

4- Rheoviruses
5- Coagulation
6 Flocculation

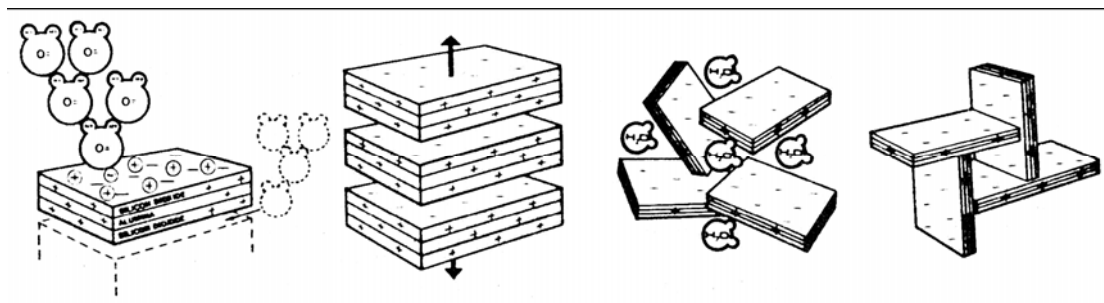
1- Mixed raw juice
2- Phenolic compounds
3- Thixotropic

بنتونیت استفاده شود و در افزایش تراکم رسوب بنتونیت موثر گردد. ژلاتین پروتئینی با بار مثبت می‌باشد که با گونه‌های با بار منفی مانند تانن‌ها و بنتونیت پیوند تشکیل می‌دهد (۱۸). ژلاتین در ترکیب با بنتونیت یک رسوب متراکم با پروتئین‌های محلول ایجاد کرده که عمل فرآیند شفاف‌سازی را تسهیل می‌کند. در پایان مخلوط ژلاتین و بنتونیت می‌تواند بعنوان کود در خاک مورد استفاده قرار گیرد (۸). جهت کاهش آلودگی فرآیندهای شفاف‌سازی، استفاده از بنتونیت به جای سولفیت برای ساخت شکر سفید برتری دارد (۶).

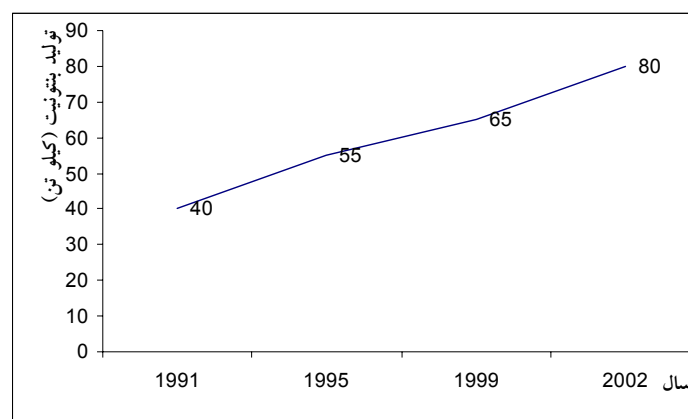
ژلاتین نوع A بین ۴/۵-۶ و برای ژلاتین نوع B بین ۵-۸ است (۸).

ویژگی‌های مهم ژلاتین عبارتند از: ۱- کاهش مقدار پلی‌فنل ۲- روشن کردن رنگ ۳- بالا بردن قابلیت فیلتراسیون (۱). با توجه باینکه پلی‌فنل‌ها جزئی ترکیبات فلاونوئیدی‌اند و همچنین پروتئین‌ها به دلیل وزن ملکولی زیاد در محیط بصورت کلوئیدی در می‌آیند (۲).

ژلاتین و بنتونیت برای حذف تانن‌ها، رنگ و سایر ناخالصی‌ها بکار می‌رود (۷). بنتونیت برای واکنش با پپتیدها و پروتئین‌ها فقط به چند دقیقه زمان نیاز دارد و ژلاتین می‌تواند جهت کمک به اثر تجمع دهنده ناخالصیها توسط



شکل ۱- نحوی جذب آب و توزیع بارها در بنتونیت (سطوح بالایی و پایینی دارای بار منفی و سطوح جانبی دارای بار مثبت بوده و در مجموع، غلظت بار منفی بیشتر می‌باشد) (۱۸)



شکل ۲- مقدار تولید بنتونیت در ایران (۱۰)

روشها:

آزمایشات شامل سه مرحله بودند که عبارت‌اند: مرحله اول شامل تعیین زمان تماس بهینه بنتونیت در شش سطح (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ min) مرحله دوم شامل تعیین دمای تماس بهینه بنتونیت در شش سطح (۲۵، ۴۰، ۵۵، ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰°C) مرحله سوم شامل تعیین مقدار بهینه ژلاتین در پنج سطح (۰، ۰/۰۲، ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ gr/l) در pH=۴/۵ و با پیش تیمار ۱/۵gr/l بنتونیت بودند. صفات مورد بررسی بریکس، پلاریته، درجه خلوص، خاکستر، کدورت (طول موج ۹۰۰nm) و رنگ (طول موج ۴۲۰nm) بودند که طبق روش ایکومسا اندازه‌گیری شده‌اند (۵). در آزمایش‌ها نمونه شاهد، شربت خام نیشکر تصفیه شده در دمای آزمایشگاهی تنها با استفاده از بنتونیت بود (pH=۴/۵ و ۱/۵gr/l بنتونیت) (۳). در شکل ۳ شمای کلی مراحل تصفیه شربت خام نیشکر با استفاده از بنتونیت نشان داده شده است. در این پژوهش برای نتایج آماری از طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در سه تکرار استفاده گردیده است نرمال بودن توزیع انحرافات برای تمامی صفات مورد تایید قرار گرفته است. مقایسات میانگین مربعات مختلف با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای تجزیه واریانس، مقایسات میانگین و رسم جدولها و شکل‌ها از نرم‌افزارهای MSTAT-C (نسخه ۱/۴۲)، Word و Excel (نسخه ۲۰۰۳) استفاده گردید.

نتایج و بحث

در بررسی قبلی تصفیه شربت خام نیشکر با بنتونیت جهت تعیین مقدار بهینه بنتونیت و pH، مقادیر ۱/۵ gr/l و ۴/۵ به ترتیب برای بنتونیت و pH بهترین نتیجه را داده‌اند

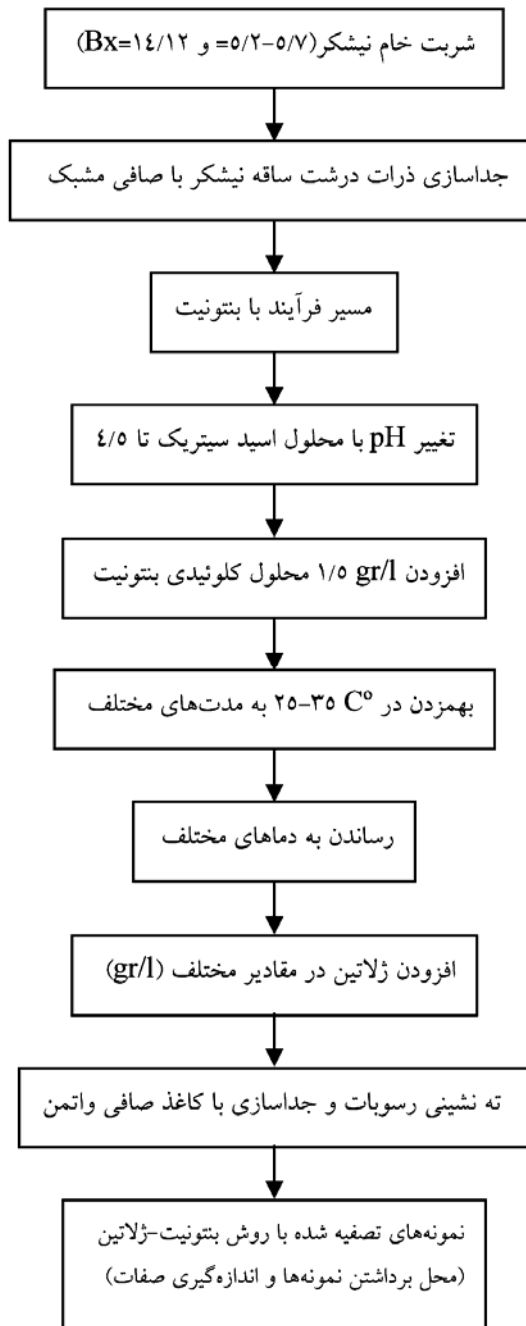
پژوهش حاضر روی تصفیه شربت خام نیشکر بوسیله بنتونیت همراه با ژلاتین برای اولین بار در ایران صورت می‌گیرد. در این کار تحقیقی تاثیر مقدار ژلاتین، زمان و دمای فرآوری با بنتونیت جهت تصفیه شربت خام نیشکر مورد بررسی قرار گرفت. شایان ذکر است که کار حاضر مقدمه‌ای برای تولید شربت مایع طبیعی یا عسل نیشکر می‌باشد و تولید شکر کریستالیزه در این تحقیق مورد نظر نمی‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سطح آزمایشگاهی در واحد کشت و صنعت امیرکبیر استان خوزستان انجام گرفته است. وارپته‌های عمده نیشکر که عصاره آنها تحت آزمایش قرار گرفتند شامل CP₄₈, CP₅₇ و CP₆₉ بودند. بنتونیت از نوع بنتونیت کلسیم-سدیم که محصول کارخانه ایران باریت تبریز و ژلاتین از نوع A از کارخانه ایران-شاهد مشهد می‌باشد.

مواد و تجهیزات

شربت خام نیشکر (برداشت شده از واحد آسیابها)، بنتونیت، ژلاتین، pH متر دیجیتالی مجهز به دماسنج، هدایت سنج الکتریکی، اسپکتروفتومتر، رفاکتومتر، پولاریمتر، تالامتر، کاغذ صافی واتمن (Cat No. 1001 900208)، اسید سیتریک گرانولی مرک، پودر استات سرب قلیایی مرک، هیتر برقی، دماسنج شیشه‌ای، پی‌پت و قیف شیشه‌ای، بشر، بالن ژوژه و سایر وسایل آزمایشگاهی.



شکل ۳- شمای کلی مراحل مختلف تصفیه شربت خام نیشکر با روش بنتونیت-ژلاتین

۳). در این سری از آزمایشات زمان و دمای فرآوری بهینه بنتونیت و مقدار بهینه ژلاتین بررسی گردیده است.

زمان بهینه فرآوری با بنتونیت

در حذف ناخالص های شربت خام نیشکر با بنتونیت دو عامل اصلی جذب سطحی و تاثیر متقابل بارها دخالت دارند ۳). تاثیر زمان تماس بنتونیت روی صفات بریکس، پلاریته، درجه خلوص، خاکستر، کدورت و رنگ شربت تصفیه شده با بنتونیت در جدول ۲ آمده است. همانطوریکه مشاهده می گردد بین میانگین تیمارها برای صفات بریکس، کدورت و رنگ اختلاف معنی داری وجود دارد (P < 0/01) اما بین میانگین تیمارها برای صفات پلاریته، درجه خلوص و خاکستر اختلاف غیر معنی دار است. پایین بودن مقادیر خطا دلیل بر دقت بالای آزمایش است.

جدول ۱- روش تعیین مقدار بهینه ژلاتین، زمان و دمای فرآوری با بنتونیت

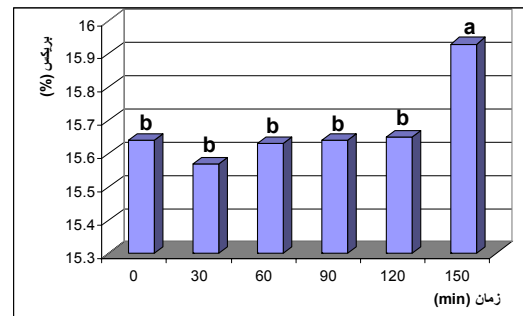
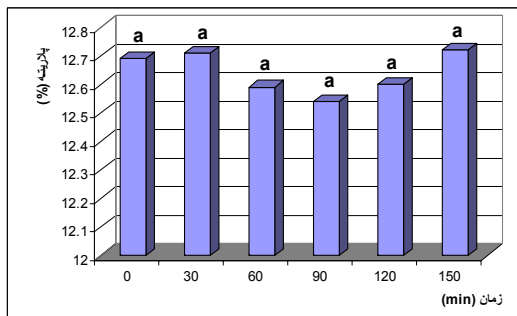
شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
تیمار	۰	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰
زمان (min)	۰	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰
دما (C°)	۲۵	۴۰	۵۵	۷۰	۸۵	۱۰۰
ژلاتین (gr/l)	۰	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۸	---

برای تعیین زمان فرآوری بهینه با بنتونیت، مقایسه میانگین نمونه های فرآیند شده در زمانهای مختلف در مقایسه با نمونه شاهد انجام گرفته است. در شکل های ۴-۹ زمان صفر دقیقه (بدون احتساب زمان ۱۵ دقیقه اولیه جهت مخلوط کردن خوب محلول کلوئیدی بنتونیت با نمونه های شربت خام نیشکر) مربوط به نمونه شاهد می باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر زمانهای فرآوری شربت خام نیشکر با بنتونیت بر روی صفات مربوط در شربت تصفیه شده با بنتونیت

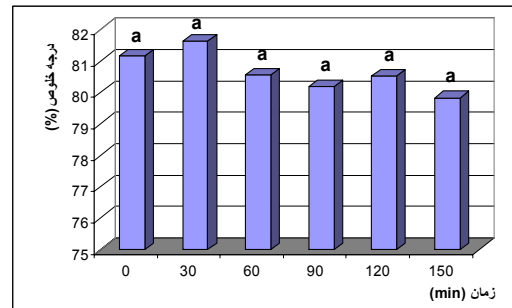
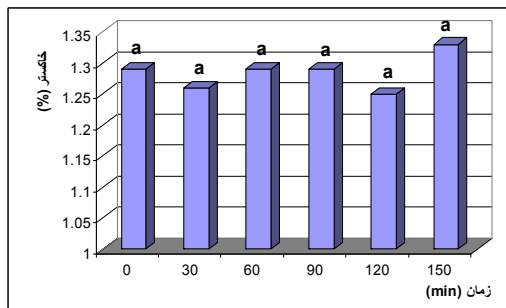
میانگین مربعات							منابع تغییرات
رنگ (IU)	کدورت (NTU)	خاکستر (%)	درجه خلوص (%)	پلاریته (%)	بریکس (%)	درجه آزادی	
۹۳۴۴۹۴/۳۵۶**	۹/۷۹۸ **	۰/۰۰۲ns	۱/۲۹۴ns	۰/۰۱۷ns	۰/۰۴۹**	۵	بین تیمارها
۶۷۷/۰۰	۰/۰۸۶	۰/۰۰۳	۰/۹۵۵	۰/۰۱۶	۰/۰۰۵	۱۲	خطا
۰/۳۹	۲/۸۴	۴/۳۶	۱/۲۱	۱/۰۰	۰/۴۴	-	ضریب تغییرات (%)

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ns: غیر معنی دار



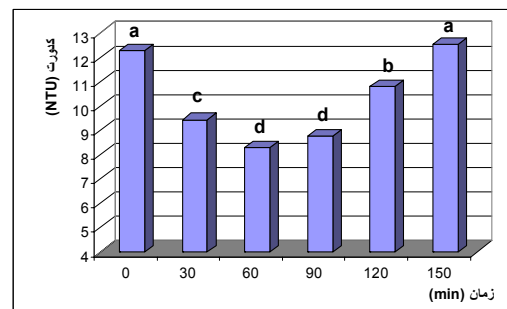
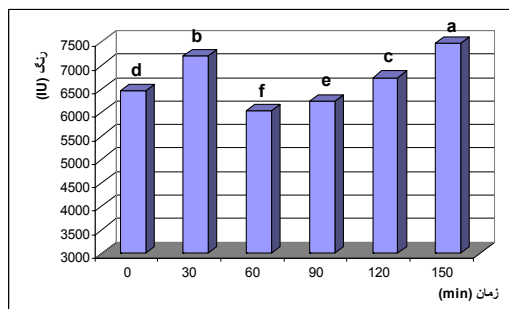
شکل ۴- تغییر بریکس شربت‌ها در زمانهای مختلف فرآیند

شکل ۵- تغییر پلاریته شربت‌ها در زمانهای مختلف فرآیند



شکل ۶- تغییر درجه خلوص شربت‌ها در زمانهای مختلف فرآیند

شکل ۷- تغییر خاکستر شربت‌ها در زمانهای مختلف فرآیند



شکل ۸- تغییر کدورت شربت‌ها در زمانهای مختلف فرآیند

شکل ۹- تغییر رنگ شربت‌ها در زمانهای مختلف فرآیند

بنتونیت شروع به رها شدن از سطح آن کردند. بنابراین زمان تماس ۶۰ دقیقه همراه با همزدن به عنوان زمان بهینه انتخاب می‌گردد.

دمای بهینه فرآوری با بنتونیت

بعد از مشخص شدن زمان فرآوری بهینه، لازم می‌باشد که دمای مناسب فرآوری با بنتونیت هم مشخص گردد. برای این منظور تاثیر دماهای مختلف روی صفات بریکس، پلاریته، درجه خلوص، خاکستر، کدورت و رنگ مربوط به شربت تصفیه شده با بنتونیت در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطوریکه مشاهده می‌گردد بین میانگین تیمارها برای صفات بریکس، پلاریته، خاکستر، کدورت و رنگ اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.01$) اما بین میانگین تیمارها برای صفت درجه خلوص اختلاف غیر معنی‌دار می‌باشد. پایین بودن مقادیر خطا دلیل بر دقت بالای آزمایش است.

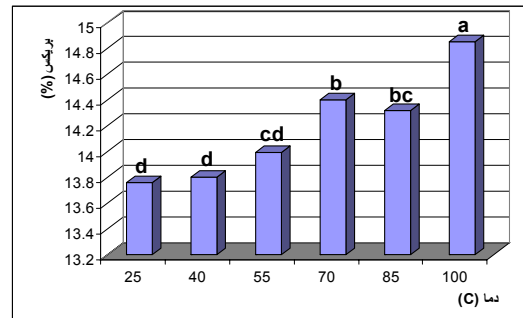
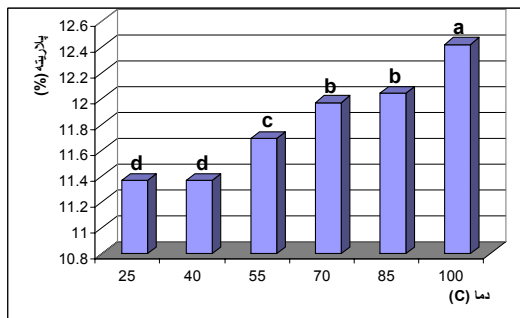
برای تعیین دمای فرآوری بهینه با بنتونیت، مقایسه میانگین نمونه‌های فرآیند شده در دماهای مختلف در مقایسه با شاهد انجام شده است. در شکل‌های ۱۵-۱۰ دمای 25°C (مدت زمان نگهداری در هر دما ۵ دقیقه) مربوط به نمونه شاهد است.

بطوریکه مشاهده می‌شود از لحاظ کلاس‌بندی در سطح ۵ درصد بین نمونه‌های فرآیند شده در زمانهای مختلف در مورد پلاریته، درجه خلوص و خاکستر در مقایسه با شاهد تفاوتی از لحاظ آماری وجود ندارد اما بین صفات کدورت و رنگ در مقایسه با نمونه شاهد تفاوتی وجود دارد. تفاوت مشاهده شده برای بریکس را به احتمال زیاد می‌توان به تبخیر آب از سیستم آزمایش نسبت داد. عمده‌ترین مزیت روش تصفیه بنتونیتی همانطوریکه در شکل‌های ۸ و ۹ دیده می‌شود مربوط به قابلیت حذف بالای کدورت و رنگ شربت‌ها می‌باشد. کاهش کدورت و رنگ بوسیله بنتونیت از زمان تماس صفر بطرف زمان تماس ۶۰ دقیقه سیر صعودی دارد اما از زمان تماس ۶۰ دقیقه بطرف زمان تماس ۱۵۰ دقیقه سیر نزولی نشان می‌دهد. این مطلب حاکی از این است که احتمالاً ذرات کلوئیدی بنتونیت از زمان تماس صفر تا زمان تماس ۶۰ دقیقه شروع به جذب ترکیبات کدورت‌زا و مواد رنگی از طریق جذب سطحی و یا تاثیر متقابل بارها می‌کند. در زمان فرآوری ۶۰ دقیقه جذب ترکیبات کدورت‌زا و مواد رنگی به حداکثر خود رسیده و از زمان تماس ۶۰ دقیقه به بعد شروع به از دست دادن آنها می‌نماید. این امر شاید به دلیل وارد شدن بیش از حد انرژی دینامیکی ناشی از همزن به سیال تحت تیمار زمانی می‌باشد که روی جذب ذرات کلوئیدی بنتونیت تاثیر منفی می‌گذارد و باعث می‌شود که ترکیبات جذب شده بوسیله

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر دماهای فرآوری شربت خام نیشکر با بنتونیت بر روی صفات مربوط در شربت تصفیه شده با بنتونیت

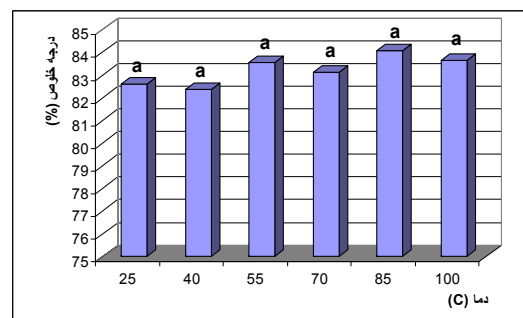
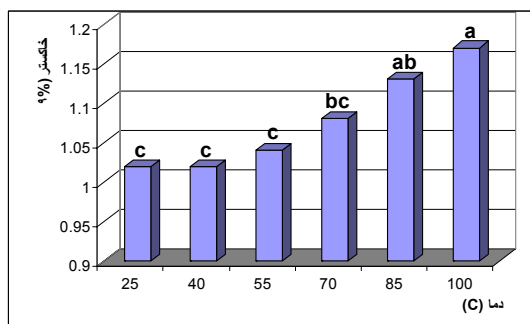
میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	بریکس (%)	پلاریته (%)	درجه خلوص (%)	خاکستر (%)	کدورت (NTU)	رنگ (IU)
بین تیمارها	۵	۰/۵۲۳**	۰/۵۱۲**	۱/۲۸ns	۰/۰۱۱**	۵/۶۷۲**	۹۱۳۹۳۵/۹۵۶**
خطا	۱۲	۰/۰۳۷	۰/۰۱۶	۱/۴۶۵	۰/۰۰۲	۰/۰۴۷	۶۱۸۲/۵۶۶
ضریب تغییرات (%)	-	۱/۳۶	۱/۰۷	۱/۴۵	۳/۶	۵/۸۴	۱/۵۵

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns: غیر معنی‌دار



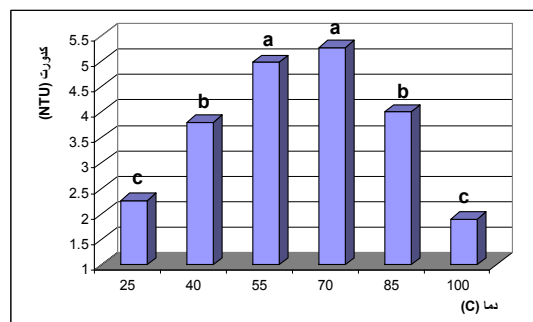
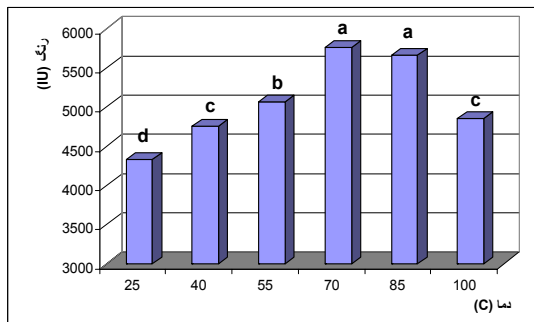
شکل ۱۱- تغییر پلاریته شربت‌ها در دماهای مختلف

شکل ۱۰- تغییر بریکس شربت‌ها در دماهای مختلف



شکل ۱۳- تغییر خاکستر شربت‌ها در دماهای مختلف

شکل ۱۲- تغییر درجه خلوص شربت‌ها در دماهای مختلف



شکل ۱۵- تغییر رنگ شربت‌ها در دماهای مختلف

شکل ۱۴- تغییر کدورت شربت‌ها در دماهای مختلف

وجود ندارد. در شکل‌های مربوط به بریکس، پلاریته و خاکستر با افزایش دما از 25°C به 100°C این صفات سیر صعودی نشان می‌دهند و بیشترین مقادیر برای آنها در دمای 100°C می‌باشد. این تغییرات احتمالاً مربوط به تبخیر و خارج شدن آب از محیط عمل می‌باشد و دلیل ما هم

بطوریکه مشاهده می‌شود از نظر کلاس‌بندی در سطح ۵ درصد بین نمونه‌های فرآیند شده در دماهای مختلف در صفات بریکس، پلاریته، خاکستر، کدورت و رنگ در مقایسه با نمونه شاهد از نظر تغییرات تفاوت آماری وجود دارد اما بین درجه خلوص در مقایسه با نمونه شاهد تفاوتی

بیهوده‌ای است اما تجربیات آزمایشگاهی به ما نشان داد که بدون رساندن دمای نمونه‌ها به دمای 100°C عمل صاف کردن با صافی‌ها تقریباً غیر ممکن می‌گردد (بدلیل انسداد منافذ صافی‌ها با ترکیبات روغنی مانند). بنابراین با توجه به حذف بیشتر ترکیبات کدورت‌زا، رنگی و مواد روغنی مانند (به مطالعات و بررسی‌های بیشتری نیاز می‌باشد) در این دما، دمای 100°C بعنوان دمای بهینه انتخاب می‌گردد.

مقدار بهینه ژلاتین

بعد از مشخص شدن زمان و دمای فرآوری بهینه شربت خام نیشکر با بنتونیت، لازم می‌باشد که مقدار مناسب ژلاتین هم جهت بهبود کارایی تصفیه مشخص گردد. برای این منظور تاثیر مقادیر مختلف ژلاتین روی صفات بریکس، پلاریته، درجه خلوص، خاکستر، کدورت و رنگ روی شربت نیشکر فرآیند شده با بنتونیت مورد بررسی قرار گرفت و تجزیه واریانس مربوطه در جدول ۴ آمده است. همانطوریکه مشاهده می‌گردد بین میانگین تیمارها برای صفات بریکس، پلاریته، درجه خلوص، کدورت و رنگ اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.01$) اما بین میانگین تیمارها برای صفت خاکستر اختلاف غیر معنی‌دار می‌باشد. پایین بودن مقادیر خطا دلیل بر دقت بالای آزمایش است.

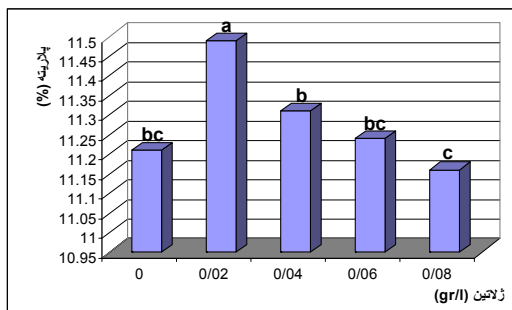
می‌تواند این باشد که نسبت درجه خلوص شربت‌ها با افزایش دما در طی ۶۰ دقیقه، از نظر آماری تغییراتی را نشان نمی‌دهد. مطابق شکل‌های ۱۴ و ۱۵، مربوط به کدورت و رنگ از دمای 25°C به 70°C جذب ترکیبات کدورت‌زا و مواد رنگی کاهش می‌یابد. بخاطر اینکه احتمالاً در اثر افزایش دمای نمونه‌ها، انرژی سنتیکی نیز افزایش می‌یابد و این افزایش دما و انرژی محیط عمل باعث تشکیل ترکیبات رنگی و کدورت‌زا از مسیر غیر آنزیمی هم می‌گردد. بطوریکه سرعت تشکیل این ترکیبات از سرعت جذب آنها بوسیله بنتونیت بیشتر می‌گردد. از دمای 70°C به طرف 100°C کاهش این ترکیبات افزایش می‌یابد و در 100°C به حداکثر خود می‌رسند. احتمالاً در اثر ادامه تیمار حرارتی، ترکیبات کلئیدی منعقد شده (۸) باعث جذب ترکیبات واکسی و چربی و غیره (تاثیر گذار در رنگ و کدورت) موجود در شربت تحت فرآیندی می‌شوند. این کمپلکس تشکیل یافته به خاطر داشتن دانسیته کمتر به سطح شربت فرآیندی می‌آیند (که ما در حین آزمایشات آنها جمع‌آوری کرده و دور می‌ریختیم). بنابراین در این مرحله ترکیبات رنگی و کدورت‌زا هم بوسیله بنتونیت و هم با تشکیل کمپلکس سیر نزولی خود را طی می‌کنند. باز هم احتمالاً این سوال پیش آید که افزایش دما به 100°C با توجه به تشکیل اضافی ترکیبات رنگی و کدورت‌زا کار

جدول ۴- تجزیه واریانس تاثیر مقادیر ژلاتین روی ویژگیهای شربت خام نیشکر تصفیه شده با بنتونیت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		بریکس (%)	پلاریته (%)	درجه خلوص (%)	خاکستر (%)	کدورت (NTU)	رنگ (IU)
بین تیمارها	۴	۰/۰۸۶**	۰/۰۵۰**	۴/۴۶۷**	۰/۰۰۰۱ns	۸/۳۹ **	۵۹۵۵۳۶/۹۰ **
خطا	۱۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۳۳۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۱	۱۶۷۶/۸۰
ضریب تغییرات (%)	-	۰/۴۲	۰/۶۳	۰/۷۲	۱/۲	۰/۹۹	۰/۵۲

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns: غیر معنی‌دار

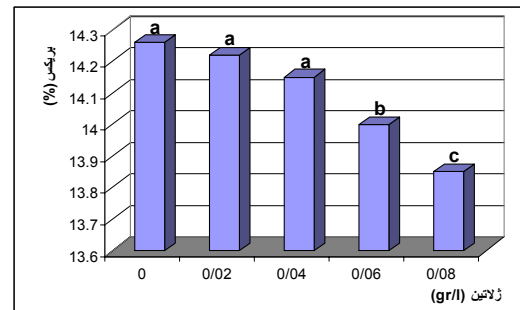
شکل ۱۸، بین درجه خلوص شربت‌های فرآیند شده با مقادیر مختلف ژلاتین تفاوت آماری وجود ندارند اما در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت دارند. مطابق شکل‌های ۲۰ و ۲۱ به ترتیب مربوط به کدورت و رنگ، کمترین کدورت و رنگ در شربت فرآیند شده با $0/02 \text{ gr/l}$ ژلاتین است. بنابراین می‌توان از شکل‌های مربوط به کدورت و رنگ نتیجه‌گیری کرد که ژلاتین اضافی در شربت‌ها می‌تواند بعنوان عامل کدورت‌زا و رنگی عمل نماید. بنابراین با توجه به حذف بیشتر ترکیبات کدورت‌زا و مواد رنگی با gr/l $0/02$ ژلاتین و همچنین افزایش پلاریته و درجه خلوص در این مقدار، $0/02 \text{ gr/l}$ ژلاتین بعنوان مقدار بهینه انتخاب می‌گردد. علاوه موارد فوق، هدف اساسی از تعیین مقدار بهینه ژلاتین مورد استفاده، تسریع در تجمع تشکیل رسوبات و ته نشین شدن آنها بود. بطوریکه تجمع و ته نشینی رسوبات را از بیشتر از ۶۰ دقیقه به کمتر از ۲۰ دقیقه کاهش می‌داد.



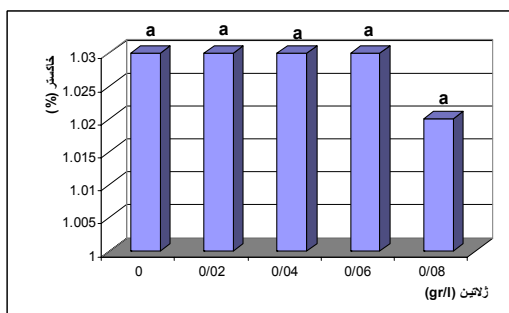
شکل ۱۷- تغییر پلاریته شربت‌ها در مقادیر مختلف ژلاتین

برای تعیین مقدار بهینه ژلاتین، مقایسه میانگین نمونه‌های فرآیند شده در مقادیر مختلف ژلاتین همراه با نمونه شاهد انجام گرفته است. در شکل‌های ۲۱-۱۶ مقدار 0 gr/l ژلاتین (مدت زمان همزدن ۱۰ دقیقه برای تمام نمونه‌ها) مربوط به نمونه شاهد می‌باشد.

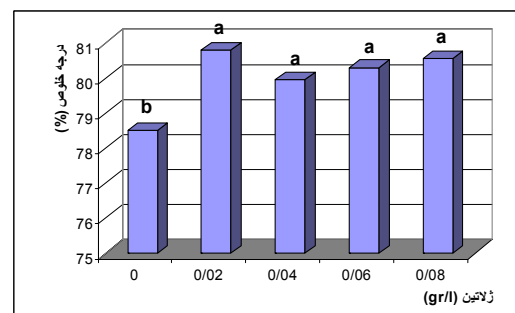
بطوریکه مشاهده می‌گردد از نظر کلاس‌بندی در سطح ۵ درصد بین نمونه‌های فرآیند شده در مقادیر مختلف ژلاتین در صفات بریکس، پلاریته، درجه خلوص، کدورت و رنگ در مقایسه با شاهد از نظر تغییرات تفاوت آماری وجود دارد اما بین خاکستر در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت آماری وجود ندارد. در شکل ۱۶، بریکس شربت‌های فرآیند شده با مقدار $0/02$ و $0/04 \text{ gr/l}$ ژلاتین با نمونه شاهد تفاوتی ندارد. در بقیه نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد بریکس پایین می‌باشد. در شکل ۱۷، پلاریته شربت فرآیند شده با $0/02 \text{ gr/l}$ ژلاتین بالاترین مقدار را دارد. مطابق



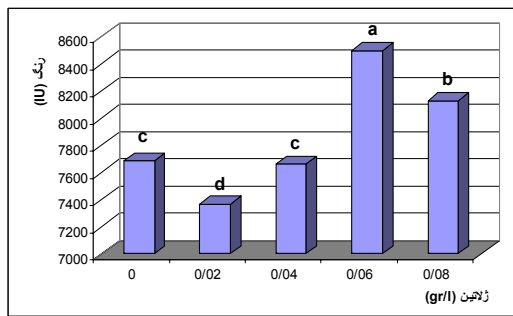
شکل ۱۶- تغییر بریکس شربت‌ها در مقادیر مختلف ژلاتین



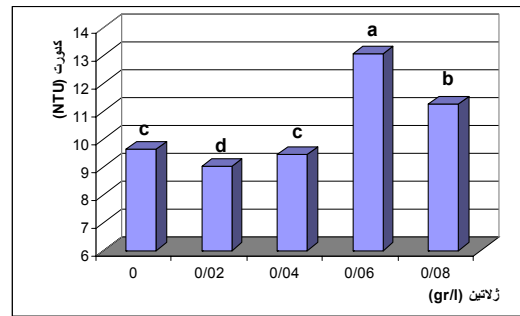
شکل ۱۹- تغییر خاکستر شربت‌ها در مقادیر مختلف ژلاتین



شکل ۱۸- تغییر درجه خلوص شربت‌ها در مقادیر مختلف ژلاتین



شکل ۲۱- تغییر رنگ شربت‌ها در مقادیر مختلف ژلاتین



شکل ۲۰- تغییر کدورت شربت‌ها در مقادیر مختلف ژلاتین

عسل نیشکر جهت مصارف مختلف صنایع غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

قدردانی

از معاونت محترم راه اندازی و بهره‌برداری صنعتی شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی جناب آقای مهندس عزت‌ا... رضایی و تمام اعضاء پرسنل محترم بخش صنعت واحد کشت و صنعت امیر کبیر که در انجام آزمایش‌ها ما را یاری فرموده‌اند، کمال تشکر را داریم. از آقای آقامعلی تارینژاد (دانشجوی دوره دکترا اصلاح نباتات دانشگاه تبریز) بخاطر راهنمایی در تجزیه‌های آماری سپاسگزاریم.

نتیجه‌گیری

تصفیه شربت خام نیشکر با بنتونیت کلسیم- سدیم یک روش شیمیایی کارآمد محسوب می‌شود. در این روش از بنتونیت و ژلاتین توام برای خالص‌سازی شربت خام نیشکر استفاده می‌گردد. بررسی‌های بعمل آمده نشان داد که فرآوری شربت خام نیشکر با بنتونیت در 100°C و 60 min و با بهره‌گیری از ژلاتین در سطح 0.02 gr/lit به عنوان شرایط بهینه انتخاب گردیدند. این روش به ویژه جهت کاهش کدورت، رنگ و افزایش سرعت تجمع و ته نشینی رسوبات بسیار کارآمد بوده و با ادامه سایر کارهای تحقیقاتی می‌تواند برای تولید قند مایع طبیعی شفاف و یا

منابع

- ۱- پیروزی فرد، م. ۱۳۷۸. شفاف‌سازی آبمیوه (ترجمه). چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه: ۷۴-۸۱.
- ۲- فاطمی، ح. ۱۳۷۸. شیمی مواد غذایی. ناشر شرکت سهامی انتشار چاپ اول: ۶۵، ۸۰ و ۳۳۲.
- ۳- فرمانی، ب.، م. ح. حدادخداپرست، ج. حصاری و ع. رضایی. ۱۳۸۴. تصفیه شربت خام نیشکر با بنتونیت ۱- تعیین مقدار بهینه بنتونیت و pH. مجله علمی - پژوهشی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، دوره ۲، شماره ۴: XX-XX.
- 4- Anonymous. 1982. Grading Manual for Canned Apple Juice. United States Department of Agriculture, Processed Products Branch.
- 5- Anonymous. 1994. ICUMSA, Methods Book, International Commission For Uniform Methods Of Sugar Analysis, Colney, Norwich, England.
- 6- Anonymous. 1995. Sugar manufacturing. World Bank. Pollution Prevention and Abatement. Draft Technical Background Document. Environment Department, Washington, D.C.

- 7- Anonymous. 2000-2001. Membrane applications in grape juice and wine processing. CIFAR, University of California, Davis, California energy commission.
- 8- Anonymous. 2002. Gelatin processing. National Organic Standards Board Technical Advisory Panel Review Compiled by Organic Materials Review Institute for the USDA National Organic Program.
- 9- Anonymous. 2002. Activated Carbon Processing. National Organic Standards Board Technical Advisory Panel Review Compiled by OMRI for the USDA National Organic Program.
- 10- Anonymous. 2005. Bentonite, kaolin and selected clay minerals. World Health Organization Publications. ISBN 92- 4- 157231- 0.
- 11- Armas, D. R., M. Martines, C. Vicente, And M. E. Legaz. 1999. Free and conjugated polyamines and phenols in raw and alkaline-clarified sugarcane juice. *Agricultural Journal of Food Chemistry*, 47: 3086-3092.
- 12- Godshall, M. A., J. R. Vercellotti, And R. Triche. 2002. Effect of macromolecules on sugar processing: Comparison of cane and beet macromolecules. Avh Association-9th Symposium-Reims, March, France: 23-29.
- 13- Lal Mathur, R. B. 1990. Handbook Of cane sugar technology. Oxford & Ibh Publishing Co. India: 11.
- 14- Main, G. L. and J. R. Morris. 1991. Color of Riesling and Vidal Wines as Affected by Bentonite, Cufex^o and Sulfur Dioxide Juice Treatments. *American Society of Enology and Viticulture*, 42: 354-357.
- 15- Morris, J. R. and G. L. Main. 1995. Fining agents for wine. Proc. 14th NM Conf.
- 16- Nantgarw, P. The use of enzymes in wine processing. CF15 7QQ, Wales, UK, 2006.
www.biocatalysts.com
- 17- Pretorius, S. 2005. Grape and wine biotechnology: challenges, opportunities and potential benefits. The Australian Wine Research Institute, P.O. Box 197, Glen Osmond, SA 5064, Australia.
- 18- Zoecklein, B. 1988. Bentonite fining of juice and wine. Enologist Department of Horticulture Virginia Polytechnic Institute & State University.

Refining of raw sugarcane juice using bentonite:2- Detemination of optimum quantity of gelatin, time and temperature of process with bentonite

B. Farmani¹, M. H. Haddade khodaparast², J. Hesari³ and E. Rezaii iraqi⁴

Abstract

The aim of this research was optimization of refining of raw sugarcane juice using bentonite for production of natural liquid sugar or cane honey. Non-sugar substances of raw sugarcane juice contains: colorants, polysaccharides, gums, proteins, etc that affect on efficiency and quality of the final product and should remove from raw sugarcane juice. Gelatin is a protein which is used as an aid clarifier in food industries. In order to make favorite purification at bentonite refining, it is better that used gelatin of A type for obtaining purification and favorite density at bentonite sediments. In this study, the effects of conditions of raw sugarcane juice refining using of bentonite accompanied by gelatin (at 5 levels 0, 0.02, 0.04, 0.06 and 0.08 gr/l), time (at 6 levels 0, 30, 60, 90, 120 and 150 min) and temperature (at 6 levels 25, 40, 55, 70, 85 and 100C°) investigated. processing with bentonite compared to control sample were studied with respect to brix, sucrose percent, purity, ash, turbidity and color until optimum quantities of requirement to gelatin, time and temperature of processing with bentonite for reach to desirable quantity were recognized. Experimental results indicated which 0.02 gr/l gelatin in 100C° for 60 min processing with bentonite are optimum conditions for purification of raw cane juice.

Key words: Raw sugarcane juice, Bentonite refining, Purification, Gelatin.

1- Master Science of Food Sciences and Technology. E-mail: bfarmani@yahoo.com

2- Assistant Professor, Dept. Food Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, Mashhad Ferdosi University.

3- Lecture, Dept. Food Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, Tabriz University.

4- Deputy of Sugarcane and By- Product Industries Development Co.