

ایران

صنایع غذایی
کنگره ملی
شانزدهمین



دانشگاه علوم کشاورزی و
منابع طبیعی گرگان

اولین کنگره منطقه ۱

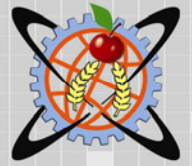
عنوان مقاله: بهبود کارایی فرآیند تصفیه و رنگبری تراوه میکروفیلتراسیون
شربت خام چغندر قند به روش اولترافیلتراسیون

نام نویسنده: وحید حکیم زاده، سید محمد علی رضوی، میرخلیل پیروزی فرد، مصطفی شهیدی

امنیت ، کاهش ضایعات ، نوآوری
۲۳-۲۴ فروردین ۱۳۸۵ ، گرگان - ایران
دانشگاه علوم کشاورزی
و منابع طبیعی گرگان

Security Waste reduction , Innovation
12-13 April 2006 Gorgan-IRAN
Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

16th National Congress of Iran Food
Industry (1st Regional Congress)



بهبود کارایی فرآیند تصفیه و رنگبری تراوه میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر قند به روش اولترافیلتراسیون

وحید حکیم زاده*^۱، سید محمد علی رضوی^۲، میرخلیل پیروزی فردی^۱، مصطفی شهیدی^۲

۱- گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

vahid_hakimzadeh@yahoo.co.nz

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

چکیده

در این مقاله تاثیر متغیرهای عملیاتی فرآیند اولترافیلتراسیون بر کارایی فرآیند تصفیه و رنگبری تراوه حاصل از میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر مورد مطالعه قرار گرفته است. طی فرآیند اولترافیلتراسیون تاثیر اختلاف فشار در عرض غشاء (در سه سطح ۱، ۲ و ۳ بار)، دمای فرآیند (در سه سطح ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی گراد) و زمان عملیات (در چهار سطح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه) بر شار تراوه حاصل از غشاء اولترافیلتر و شاخص های تصفیه در صنعت قند (درصد مواد جامد محلول، درصد ساکارز، درجه خلوص، سختی، کدورت و رنگ) بررسی شد. نتایج بدست آمده از آزمایشات اولترافیلتراسیون نشان داد که شار تراوه در فرآیند اولترافیلتراسیون با افزایش دمای عملیات و اختلاف فشار در عرض غشاء افزایش می یافت و تغییرات آن در هر حالت با گذشت زمان ثبات و پایداری بیشتری پیدا می کرد. خصوصیات شربت بعد از عبور تراوه میکروفیلتر شده از غشاء اولترافیلتراسیون نسبت به شربت خام به مقدار قابل ملاحظه ای بهبود یافت، بطوری که ساکارز حدود ۳/۶٪ و درجه خلوص تقریباً ۳۲/۶۹٪ افزایش و مواد جامد محلول ۱۷/۷٪، سختی ۲۶/۲۹٪، کدورت ۹۹/۷۰٪ و رنگ ۷۸/۲۶٪ کاهش داشته است. همچنین شربت تصفیه شده به روش میکروفیلتراسیون - اولترافیلتراسیون نسبت به شربت حاصل از روش مرسوم (آهک زنی-کربناتاسیون) به میزان ۴۹/۲۱٪ دررنگ، ۸۴/۳۳٪ در کدورت و ۶/۶۵٪ در میزان سختی کاهش نشان داد.

واژه های کلیدی: شربت خام چغندر، اولترافیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، شار، تراوه، درجه خلوص، کدورت و رنگ.

۱- مقدمه:

فرآیند تصفیه در صنعت قند مهمترین مرحله ای است که به منظور جداسازی ناخالصی ها و ترکیبات غیر قندی از ساکارز و دستیابی به حداکثر درجه خلوص و کارایی انجام می پذیرد. متاسفانه فرآیند مرسوم تصفیه به روش آهک زنی-کربناتاسیون علاوه بر مصرف انرژی بالا، آلودگی های زیست محیطی زیادی را به دنبال دارد. بنابراین مطالعه پتانسیل تکنیکهای جدید از جمله فناوری های غشایی به منظور جایگزینی کامل یا جزئی روش مرسوم، افزایش کارایی تصفیه و کاهش آلودگی زیست محیطی و مصرف انرژی ضروری به نظر می رسد. در چند دهه اخیر فناوری های غشایی به عنوان فناوری های پاک ۱ و سازگار با محیط زیست کاربردهای گسترده و موفقیت آمیزی در زمینه های جداسازی، تغلیظ و تخلیص یافته اند، از اینرو به نظر می رسد فرآیندهای غشائی نظیر اولترافیلتراسیون (UF) ۲ و میکروفیلتراسیون (MF) ۳ قابلیت منحصر به فردی در قسمتهای مهم کارخانجات فرآوری شکر از جمله تصفیه شربت خام، تغلیظ شربت رقیق، رنگبری شربت رقیق و غلیظ و همچنین بازیافت آب پرس تفاله داشته باشند [۱، ۲ و ۳].

هدف اصلی در مرحله تصفیه صنعت قند دستیابی به شربتی با خلوص و رنگ عالی است. شربت خام تصفیه شده به روش مرسوم (آهک زنی-کربناتاسیون) همواره محتوی باقیمانده های میکروبی و ناخالصی های درشت ملکولی نظیر دکستران است. در ضمن چربیها، نشاسته و واکسها نیز به شکل کلوئیدی وجود داشته و به شربت ظاهری سیاه و تیره رنگ داده و اثر منفی روی کیفیت محصول نهایی می گذارند [۴]. تراوه ۴ یا فاز عبوری از درون حفرات غشاء دارای درجه خلوص بیشتر، ویسکوزیته و رنگ کمتری است، در نتیجه می توان به بازده بالاتر کریستالیزاسیون، صرفه جویی در انرژی بخاطر کاهش مصرف بخار در اواپراتور، افزایش ظرفیت سانتریفوژها و کریستالیزاتورها دست یافت، بعلاوه کاهش در میزان رسوبات اواپراتور به خاطر کاهش سختی شربت رقیق حاصل از فرآیند غشایی را نیز می توان به این مزیت ها افزود [۵].

Hanssen و همکارانش در سال ۱۹۸۴ فرآیند UF را به عنوان جایگزینی برای تصفیه عصاره خام چغندر قند مورد استفاده قرار دادند و بدین نتیجه رسیدند که با بهره گیری از این فرآیند می توان به شربت رقیقی با کیفیت مشابه شربت رقیق تولید شده به روش تصفیه سنتی دست یافت [۶]. Mark در سال ۱۹۹۱ حذف ناخالصی های رنگی توسط UF از شکر خام را بررسی کرد و به این نتیجه رسید که با این روش پروتئینها، نشاسته، صمغها، کلوئیدها و ناخالصی های رنگی حذف خواهد شد. او همچنین عنوان کرد با این روش می توان رنگ عصاره حاصل از شکر خام را به میزان ۷۵٪ کاهش داد [۳].

Misra و همکارانش در سال ۲۰۰۰ جهت بهبود خصوصیات عصاره شفاف شده نیشکر از UF استفاده کردند و مشاهده نمودند که بطور میانگین درجه خلوص ۰/۷۴ واحد و رنگ ۶۰ درصد بهبود یافته است [۷]. دکتر کاغذچی و همکاران در سال ۱۳۸۰ روش اولترافیلتراسیون را برای تصفیه شربت خام نیشکر بکار بردند و نتیجه گرفتند که حدود ۹۰٪ رنگ محلول شکر با این روش کاهش می یابد، اگرچه پیشنهاد نمودند در مورد بهبود شار خروجی غشاء مطالعه بیشتری صورت گیرد [۸]. Hamachi و همکارانش در سال ۲۰۰۳ از UF جهت رنگبری از محلول نیشکر بهره برده و بدین ترتیب آنها از فرآیند غشایی به عنوان یک روش مناسب جهت حذف مواد رنگی و آسانتر شدن عملیات تصفیه یاد کردند [۹].

در مقاله قبلی پتانسیل فرآیند میکروفیلتراسیون در تصفیه شربت خام چغندر قند در مقایسه با روش سنتی تصفیه مورد بررسی قرار گرفت (۲). هدف از این مقاله بررسی توانایی غشاء اولترافیلتراسیون در بهبود کارایی تصفیه تراوه حاصل از میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر قند و تاثیر پارامترهای عملیاتی (اختلاف فشار، دما و زمان فرآیند) بر

کارایی فرآیند غشایی و شاخص های تصفیه و رنگبری صنعت قند در مقایسه با روش میکروفیلتراسیون و همچنین روش مرسوم آهک زنی - کربناتاسیون بوده است.

۲ - مواد و روش ها:

در این تحقیق از یک سیستم پایلوت پلنت غشائی MF/UF مجهز به یک تانک تغذیه، پمپ سانتریفوژی، دبی سنج، دو عدد فشارسنج، مبدل حرارتی لوله ای، مدول غشاء و شیرهای کنترل جریان استفاده گردیده است. جنس غشاء UF پلی سولفن آمید و اندازه منافذ آن ۲۰kDa بوده است. برای انجام هر بار عملیات غشایی، ابتدا شربت رقیق میکروفیلتر شده ای که تحت بهترین شرایط عملیاتی میکروفیلتراسیون بدست آمده بود [۱ و ۲]، توسط فرآیند اولترافیلتراسیون تحت پالایش قرار گرفت. در این تحقیق اثر عوامل مختلف فرآیند نظیر اختلاف فشار در عرض غشاء (TMP) در سه سطح ۱، ۲ و ۳ بار، دمای عملیات در سه سطح ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی گراد و زمان فرآیند در چهار سطح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه بر کارایی فرآیند غشایی (شار تراوه) و شاخص های تصفیه در صنعت قند نظیر بریکس (مواد جامد محلول)، پلاریزاسیون ۲ (درصد ساکارز)، درجه خلوص ۳، کدورت ۴، رنگ و سختی تراوه غشاء (شربت خام تصفیه شده) طی عملیات اولترافیلتراسیون مورد بررسی قرار گرفت. بریکس و پلاریزاسیون نمونه ها به ترتیب توسط رفاکتومتر دستی و پلاریومتر اندازه گیری شد. درجه خلوص (یا کوسیان) شربت بر اساس داده های بریکس و پلاریزاسیون طبق فرمول زیر محاسبه گردید [۷]:

$$Q = \left(\frac{Pol}{Brix} \right) \times 100 \quad (1)$$

برای اندازه گیری مقدار سختی از روش تیتراسیون شربت با محلول EDTA ۵ در غلظت ۰/۰۲۵ مول بر لیتر طبق دستورالعمل ایکومزا ۶ در سال ۲۰۰۰ استفاده شد. میزان رنگ و کدورت نمونه ها نیز طبق دستورالعمل های ایکومزا در همین سال از طریق اندازه گیری مقدار جذب نور به ترتیب در طول موج های ۴۲۰ و ۷۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر جن وی ۷ ساخت انگلستان عمل شد [۱۰ و ۱۱].

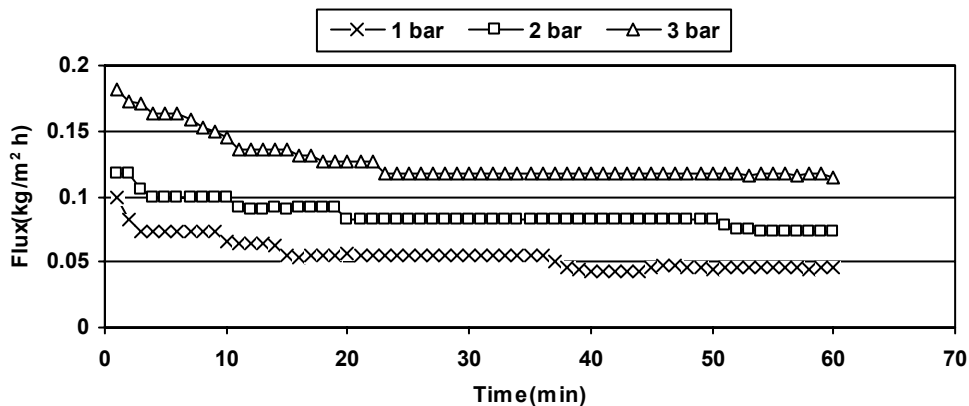
۳ - نتایج و بحث

۳-۱- شار جریان تراوه

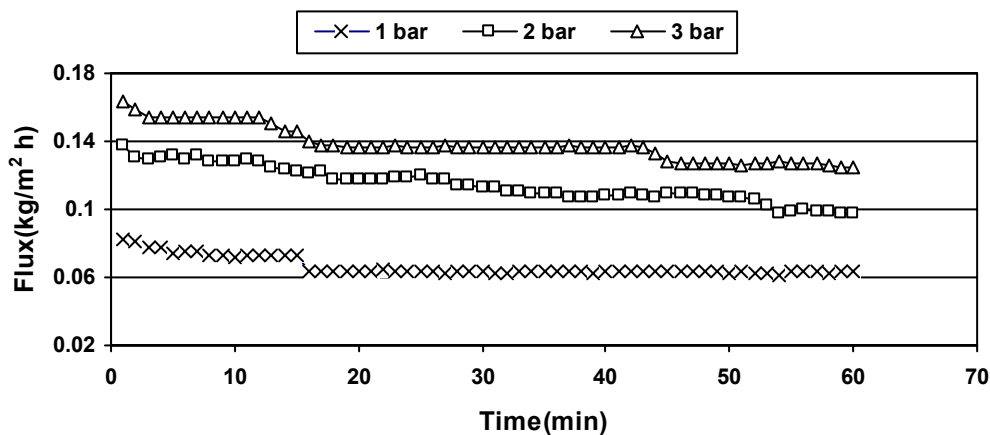
نمودارهای شار- زمان فرآیند اولترافیلتراسیون تراوه میکروفیلتراسیون شربت خام در شکل های ۱، ۲ و ۳ نشان می دهد که روند تغییرات شار در تمامی شرایط عملیاتی نسبتاً ثابت بوده و در طی ۶۰ دقیقه عملیات، تغییرات قابل ملاحظه ای به چشم نمی خورد. علت این موضوع به احتمال قوی حذف عمده ناخالصی ها و ملکولهای درشت شربت خام در طی عملیات میکروفیلتراسیون و در نتیجه کاهش غلظت و ضخامت لایه پلاریزاسیون غلظت در طی فرآیند اولترافیلتراسیون می باشد، از اینرو شار بدست آمده از چنین شربتی طی اولترافیلتراسیون حالت یکنوا و پایایی با زمان خواهد داشت. همچنین با ملاحظه این شکلها می توان دریافت در طی اولترافیلتراسیون، با افزایش دما در هر سه سطح فشار، ایجاد ثبات و پایداری شار جریان تراوه به دقایق ابتدایی تر فرآیند نزدیک می شود، به طوری که در دمای ۳۰ درجه ثبات شار اولترافیلتراسیون از حدود دقیقه بیستم دیده می شود (شکل ۱)، در حالی که تثبیت شار در دمای ۴۰ درجه از دقیقه دوازدهم (شکل ۲) و در دمای ۵۰ درجه از دقیقه پنجم آغاز می شود (شکل ۳). چنین به نظر می رسد که با

1. Transmembrane pressure
2. Polarity (Pol.)
3. Purity
4. Turbidity
5. Ethylene Di-amine Tetra Acetic acid
6. ICOMSA
7. Jenway Ltd., U.K.

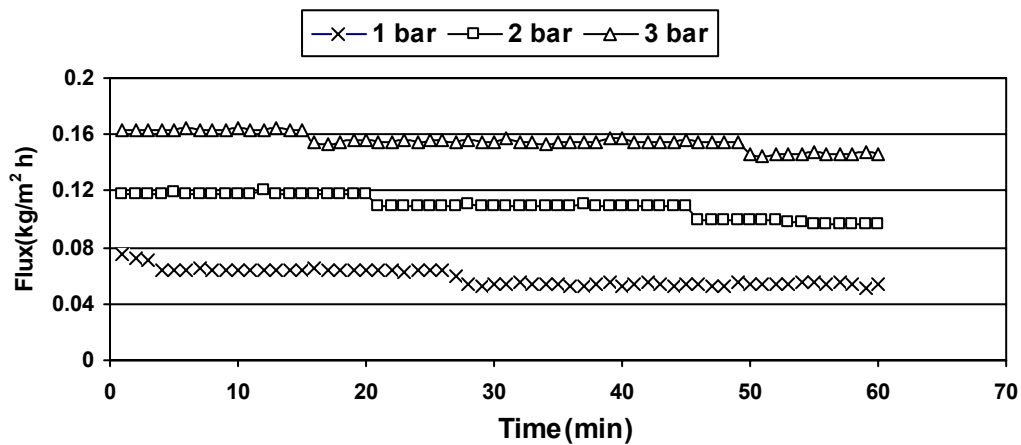
افزایش دما، ویسکوزیته شربت و به عبارت دیگر مقاومت لایه پلاریزاسیون غلظت کاهش یافته و در نتیجه گرفتگی در غشاء و کاهش میزان شار جریان تراوه به صورت چشمگیری به تاخیر می افتد.



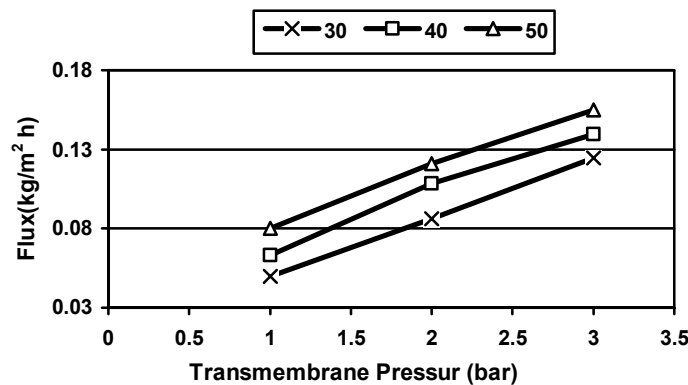
شکل ۱- پروفیل شار- زمان فرآیند اولترافیلتراسیون جریان تراوه حاصل از میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر به عنوان تابعی از سطوح مختلف فشار عملیاتی در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد



شکل ۲- پروفیل شار- زمان فرآیند اولترافیلتراسیون جریان تراوه حاصل از میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر به عنوان تابعی از سطوح مختلف فشار عملیاتی در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد



شکل ۳- پروفیل شار- زمان فرایند اولترافیلتراسیون جریان تراوه حاصل از میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر به عنوان تابعی از سطوح مختلف فشار عملیاتی در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد
 نتایج تاثیر فشار و دمای فرآیند اولترافیلتراسیون بر شار تراوه در حالت نسبتاً پایدار (شار در انتهای فرآیند) در شکل (۴) به خوبی نشان می دهد که در فرآیند اولترافیلتراسیون، افزایش دمای فرآیند و همچنین افزایش اختلاف در عرض غشاء، افزایش شار جریان تراوه را بدنبال دارد. در ضمن به نظر می رسد که رابطه بین شار تراوه و اختلاف فشار برای همه دماها خطی مثبت بوده و ناحیه مستقل از فشار در محدوده فشار مورد بررسی مشاهده نشده است.



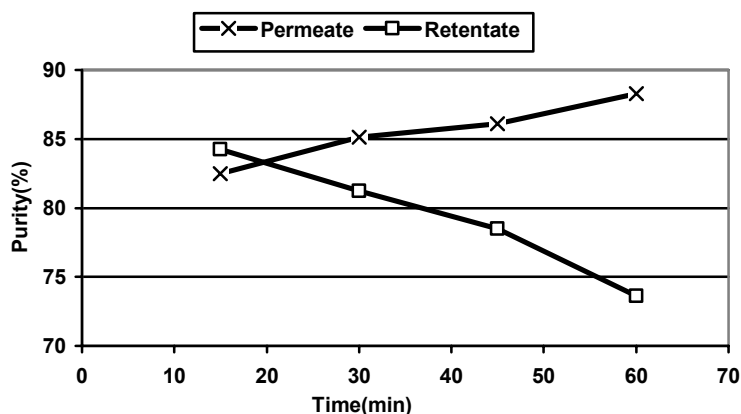
شکل ۴- تاثیر اختلاف فشار و دمای فرآیند بر شار فرآیند اولترافیلتراسیون جریان تراوه حاصل از میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر

۲-۳- شاخص های تصفیه شربت خام

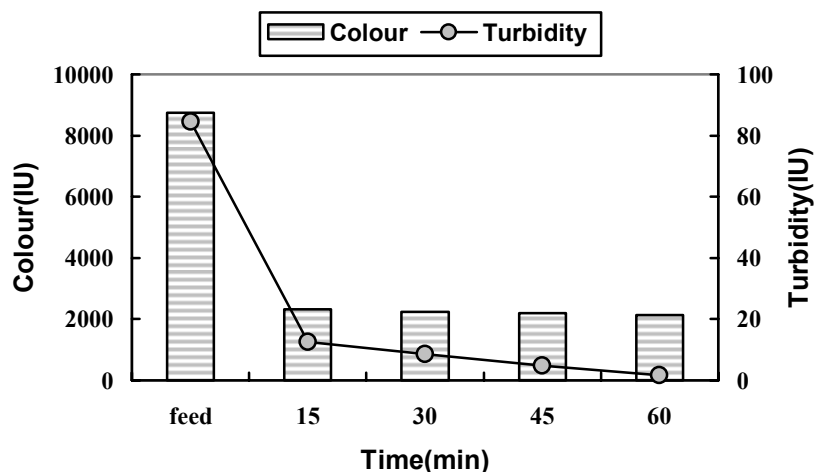
به منظور ارزیابی کارایی فرآیند اولترافیلتراسیون در تصفیه شربت رقیق میکروفیلتر شده می بایست شاخص های تصفیه در صنعت قند برای شربت حاصل از روش UF نسبت به خوراک ورودی آن (یعنی شربت رقیق حاصل از میکروفیلتراسیون) و همچنین شربت تصفیه شده به روش مرسوم (آهک زنی-کربناتاسیون) نسبت به شربت خام چغندر قند مورد مقایسه و بحث قرار گیرد.

در مرحله اول تصفیه شربت بوسیله میکروفیلتراسیون، غشاء میکروفیلتر با حذف ذرات معلق، مواد کلوئیدی و ماکرومولکول ها بر درجه خلوص جریان تراوه افزوده و با نگهداشتن این مواد در جریان ناتراوه غشاء و همچنین عبور ساکارز از درون حفرات از درجه خلوص ناتراوه کاسته است (۲). اما با این حال غشاء میکروفیلتر توانایی حذف ناخالصی ها و مواد کلوئیدی که اندازه شان از منافذ غشاء میکروفیلتر ریزتر است، را نداشته و با اولترافیلتراسیون جریان تراوه میکروفیلتراسیون، مقادیر بیشتری از این ناخالصی ها را می توان حذف کرد. با توجه به این نکته و نتایج بدست آمده باز هم درجه خلوص جریان تراوه اولترافیلتراسیون افزایش و هم آهنگ با آن درجه خلوص جریان ناتراوه اولترافیلتراسیون کاهش پیدا کرده است (شکل ۵).

بررسی نتایج شدت کاهش رنگ در فرآیند اولترافیلتراسیون نیز نشان می دهد که در طی عملیات کاهش رنگ نسبت به خوراک بسیار چشمگیر و قابل ملاحظه می باشد (شکل ۶). در حقیقت مقدار این کاهش گواه این مدعا است که فرآیند اولترافیلتراسیون در بهبود رنگبری موفق عمل نموده است (۲). ارزیابی بصری از میزان رنگ شربت اولترافیلتر شده نیز حاکی از شفافیت و درخشندگی بیشتر شربت بود. همانطوری که در شکل (۶) مشاهده می شود کدورت شربت نیز در پایان زمان عملیات به حدود صفر رسیده است.



شکل ۵ - تغییرات دینامیکی درجه خلوص (کوسیان) تراوه و ناتراوه اولترافیلتراسیون



شکل ۶ - روند کاهش رنگ و کدورت در تراوه اولترافیلتراسیون (شربت تصفیه شده) نسبت به خوراک (شربت میکروفیلترشده) در طی زمان فرآیند

برای درک بهتر نتایج بدست آمده در این تحقیق، میانگین کلیه داده های مربوط به شاخصهای تصفیه شربت خام تصفیه شده با روش های MF ، تلفیقی MF/UF و روش تصفیه مرسوم در مقایسه با داده های شربت خام تصفیه نشده در جدول (۱) آورده شده است. با بررسی نتایج حاصل از فرآیند اولترافیلتراسیون تراوه (شربت رقیق) میکروفیلتراسیون شربت خام ملاحظه می گردد که خصوصیات شربت پالایش شده نهایی به طور قابل ملاحظه ای بهبود یافته است، بطوری که در مقایسه با شربت خام تصفیه نشده، پلاریزاسیون حدود ۳/۶٪ و درجه خلوص تقریباً ۳۲/۶۹٪ افزایش و بریکس ۱۷/۷٪، سختی ۲۶/۲۹٪، کدورت ۹۹/۷۰٪ و رنگ ۷۸/۲۶٪ کاهش پیدا کرد. در ضمن با مقایسه نتایج ارائه شده در جدول (۱) می توان دریافت که بعضی از شاخص های تصفیه برای شربت رقیق حاصل از روش تلفیقی MF/UF حتی نسبت به شربت رقیق روش تصفیه مرسوم نیز برتری داشته است، به گونه ای که رنگ، کدورت و سختی شربت تصفیه شده به روش MF/UF نسبت به روش مرسوم به ترتیب ۴۹/۲۱٪، ۸۴/۳۳٪ و ۶/۶۵٪ کاهش نشان داده است. اگرچه این نتایج اهمیت زیادی از دیدگاه کیفی و تکنولوژیکی دارند، اما درجه خلوص در روش MF و MF/UF نسبت به روش مرسوم به میزان دو درصد کمتر بوده و این موضوع افت بیشتر ساکارز را در زمان فرآیند بکار رفته نسبت به روش مرسوم نشان می دهد. در حقیقت غشاء اولترافیلتر با اینکه منافذ کوچکتری نسبت به غشاء میکروفیلتر داشته و ناخالصی ها و مواد رنگی بیشتری نسبت به غشاء میکروفیلتر جدا می کند، اما تراوه بدست آمده از آن نسبت به شربت رقیق حاصل از میکروفیلتراسیون و یا روش مرسوم دارای میزان پلاریزاسیون و درجه خلوص کمتری است.

جدول ۱- مقایسه خصوصیات شربت رقیق حاصل از روشهای مختلف تصفیه شربت خام*

شاخص های تصفیه	شربت خام (تصفیه نشده) چغندر قند	شربت تصفیه شده به روش میکرو/اولترافیلتراسیون	شربت تصفیه شده به روش میکرو/اولترافیلتراسیون	شربت تصفیه شده به روش مرسوم
بریکس (/)	۱۹/۳۲	۱۸/۳۷	۱۵/۹	۲۲/۰۱
پلاریزاسیون (/)	۱۳/۶۰	۱۶/۲۳	۱۴/۱۱	۱۹/۸۸
درجه خلوص (/)	۵۹/۴۲	۸۸/۷۴	۸۸/۲۸	۹۰/۳۳
سختی (mg/l)	۱۰۱۷/۵	۸۰۷/۵	۷۵۰	۸۰۳/۵
کدورت (IU)	۶۴۲/۵	۳/۸۳	۱/۶۷	۱۰/۶۶
رنگ (IU)	۹۸۳۴	۵۵۵۹	۲۱۳۸	۴۲۰۹

* داده ها میانگین حداقل ۵ تکرار می باشند.

۴- منابع

۱. حکیم زاده، و؛ رضوی، س.م.ع. و پیروزی فرد، خ.، تصفیه و شفاف سازی شربت خام چغندر قند به روش میکرو/اولترافیلتراسیون و اولترافیلتراسیون، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه، ۱۳۸۴
۲. رضوی، س.م.ع. و حکیم زاده. و.، پتانسیل تصفیه شربت خام چغندر قند به روش میکرو/اولترافیلتراسیون، ارائه شده در دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، زاهدان، ۲۶-۲۴ آبان سال ۱۳۸۴.
3. Hinkova, A., Bubnik, Z., Kadlec, P. and Pridal, J., Potentials of separation membranes in the sugar industry, Separation and Purification Technology, 26 (2002) 101-110.
4. Balakrishnan, M., Dau, M. and Bhagat, J., Ultrafiltration for juice purification in plantation white sugar manufacture, International Sugar Journal, 102 (2000), 21-25.
5. Ghosh, A.M., and Balakrishnan, M., Pilot demonstration of sugarcane juice ultrafiltration in an India sugar factory, Journal of Food Engineering, 58 (2003), 143-150.
6. Hanssens, T.R., Vannispén, J.G. M., Koerts, K. and Nie, L.H.de, Ultrafiltration an alternative for raw juice purification in the beet sugar industry, Zukerind, 109 (1984), 16-24.
7. Misra, S.N., Balakrishnan, M. and Ghosh, A.M., Improvement in clarified juice characteristics through ultrafiltration, Proc. S.T.A.I., 62 (2000), 28-36.
۸. کاغذچی، ط.، ذکایی آشتیانی، ف. و ذوالفقاری، ک.، کاربرد اولترافیلتراسیون در تصفیه شربت خام نیشکر، مجله علمی امیرکبیر، ۱۱(۱۳۸۰)، ۴۴، ۵۶۹-۵۳۶.
9. Hamachi, M, Gupta, B.B. and Ben Aim, R., Ultrafiltration: a means for decolorization of cane sugar solution, Separation and Purification Technology, 30 (2003), 229-239.
10. Method GS1/3-7, The determination of raw sugar solution color, ICOMSA (2000).
11. Method GS8/2/3/4-9, The determination of calcium in sugar products by EDTA titration, ICOMSA (2000).

Abstract

In this paper, the effect of operation parameters of ultrafiltration (UF) processes on the performance of purification and de-colorization of microfiltered permeate of raw juice have been studied. During ultrafiltration process, the effect of TMP (at levels of 1, 2 & 3 bar), T (at levels of 30, 40 & 50°C) and t (at levels of 15, 30, 45 & 60 minutes) on the membrane permeate flux (JP) and purification indexes (Brix, Pol., purity, hardness, turbidity and color) have been investigated. The obtained results showed that, in ultrafiltration process, the permeate flux increased with increasing both TMP and T. Flux variations at each levels of TMP and T had a

slightly decline during ultrafiltration process. After the treatment of microfiltration permeate by ultrafiltration process, it was found that the Pol. and purity increased 3.6% and 32.69% respectively, whereas the Brix, hardness, turbidity and color decreased 17.7%, 26.29%, 99.7% and 87.26% respectively as compared to the raw sugar beet juice value. In addition, the clarified juice quality obtained from MF/UF method was improved greatly as compared to conventional limed-carbonated clarified juice in color, turbidity, and hardness in the rate of 49.12%, 78.26%, and 6.65%, respectively.

Keywords: Sugar beet raw juice, Ultrafiltration, Microfiltration, Flux, Purity, Turbidity, Color