



بررسی اثر ماده فعال سطحی غیر یونی کاهنده ویسکوزیته بر کارایی کریستالیزاسیون سرد کارخانه‌های قند

مهدی رجائی^۱، وحید حکیمزاده^{۱*}، اکرم آریان‌فر^۱، مصطفی شهیدی^۲

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.

۲- گروه شیمی مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۶

کلمات کلیدی:

راندمان کریستالیزاسیون،

رنگ محلول شکر،

مواد فعال سطحی،

ویسکوزیته.

مطالعات بسیاری روی اثر ویسکوزیته بر ویژگی‌های کیفی کریستالیزاسیون گرم در مرحله طبخ کارخانجات چغندری انجام شده است. اما در این تحقیق سعی شد تا اثر موادکاهنده ویسکوزیته جدیدتری همچون استرهای ساکارز بر کیفیت کریستالیزاسیون سرد مورد تحقیق قرار گیرد. برای این منظور از ماده فعال سطحی با نام تجاری سیسترن که یک استر ساکارزی می باشد بعنوان ماده کاهنده ویسکوزیته در چهار سطح صفر، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ ppm در پساب ضعیف حاصل از سانتریفوژ پخت یک کارخانه‌های چغندری در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد و تاثیر آن بر روی ویسکوزیته، راندمان کریستالیزاسیون، رنگ محلول شکر استحصال و درصد خلوص پساب حاصل از سانتریفوژ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزودن این ماده باعث کاهش چشم‌گیری در ویسکوزیته گردید. راندمان کریستالیزاسیون نیز تا غلظت ۶۶ ppm افزایش یافت اما در غلظت‌های بالاتر از آن کاهش یافت. همچنین رنگ محلول شکر استحصال و درصد خلوص پساب تولیدی حاصل از سانتریفوژ و جداسازی فاز جامد از مایع تا این غلظت از سورفکتانت کاهش یافته و در غلظت‌های بالاتر از آن، این پارامترها نیز افزایش یافتند. لذا استفاده از این مواد در بخش کریستالیزاسیون سرد می‌تواند باعث افزایش راندمان و کاهش ضایعات کارخانه‌های چغندری شود.

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.54

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.138.5.7

* مسئول مکاتبات:

v.hakimzadeh@yahoo.com

۱- مقدمه

در کارخانه‌های قند کریستالیزاسیون به دو مرحله سرد و گرم تقسیم بندی می‌شود که افزایش راندمان هر کدام قداراست عملکرد کارخانه را به میزان قابل توجهی ارتقا دهد. کریستالیزاسیون در پخت‌های اول سریع‌تر و در پخت‌های پایانی به علت تجمع ناخالصی‌ها و افزایش ویسکوزیته شربت زمینه‌ای^۱ روند کریستالیزاسیون و رشد کریستال‌ها کندتر می‌شود. که به همین دلیل برای بهبود و تکمیل کریستالیزاسیون در ادامه از روش کریستالیزاسیون سرد استفاده می‌شود. کریستالیزاسیون به روش سرد مبتنی بر کاهش دما و رساندن پخت به حالت فوق اشباع می‌باشد در این حالت بر اثر کاهش دما ویسکوزیته پخت افزایش چشم‌گیری می‌یابد ویسکوزیته هم بعنوان نیروی مقاوم در کریستالیزاسیون عمل می‌کند، با افزایش ویسکوزیته میزان ملاس تولیدی بیشتر و قند وارده به آن افزایش می‌یابد که این امر کیفیت و میزان شکر تولیدی را کاهش داده و موجب کاهش راندمان و عملکرد استحصال شکر می‌گردد و در نتیجه درآمد کارخانه‌ها کاهش می‌یابد [۱].

بطور کلی فرایند استخراج و کریستالیزاسیون بر طبق قوانین عمومی انتشار می‌باشد که نتیجه‌ای از هدایت حرارتی تصادفی مولکول‌های قند و آب می‌باشد. این مولکول‌ها به طور معمول از ناحیه‌ای که غلظت بالاتر است به ناحیه‌ای که غلظت کمتر می‌باشد انتشار می‌یابند. تمایل انتشار یافتن با افزایش اختلاف غلظت افزایش می‌یابد. طبق قانون اول فیک^۲ سرعت انتشار با ضریب ثابت انتشار، گرادیان غلظت و سطح ذرات نسبت مستقیم و با فاصله ذرات از همدیگر نسبت معکوس دارد. انشتین در سال ۱۹۰۵ طبق معادله‌ای

که ارائه داد نشان داد که ویسکوزیته اثر کاهندگی بر ضریب ثابت انتشار دارد و افزایش دما باعث افزایش آن می‌شود. تعداد زیادی از محققین از سال ۱۸۷۵ به دنبال راهی برای کاهش ویسکوزیته محلول‌های قندی در طی مراحل کریستالیزاسیون بوده‌اند که یکی از این روش‌ها استفاده از ترکیبات و مواد فعال سطحی بوده است [۲]. قریب به ۷۰ سال است که استفاده از مواد فعال سطحی به عنوان موادی برای کاهش ویسکوزیته مورد بررسی قرار گرفته است [۳]. سورفکتانت یا مواد فعال سطحی یک ماده عمل کننده در سطح می‌باشد و هنگامی که بر روی سطح یک مایع گسترده می‌شود، کشش سطحی را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد. این ماده از دو جزء قابل حل در آب (هیدروفیل) و غیرقابل حل در آب (هیدروفوب) ساخته شده است. منابع هیدروفوب به طور معمول شامل چربی‌ها و روغن‌های طبیعی هستند. گروه‌های هیدروفیل معمولاً^۴ دسته بندی اولیه سورفکتانت‌ها را مشخص می‌کنند که می‌توانند آنیونی، کاتیونی و یا ترکیبات غیریونی باشند.

چو^۳ اثر چند ماده کاهنده ویسکوزیته به نام‌های تجاری فلو^۴ و هداک^۵ (CB۹) را بر فرآیند کریستالیزاسیون گرم در کارخانه‌های قند چغندری بررسی نمود و نتایج مطلوبی از اثر این مواد به دست آورد [۴]. سیز و همکاران اثر سورفکتانت‌های اینتراسول^۶ FK و هداک CB9 را با ماده اسلواپان^۷ مورد بررسی قراردادند که اثر این مواد را بر ویسکوزیته پخت‌های پایانی بسیار کم ارزیابی کردند [۵]. کولینچنکو^۸ و همکاران روش اثر چند ماده سورفکتانت را

3- Chou

4- flo

5- Hodak

6- Intrazol

7- Slopan

8- Kulichenko

1- Matrix

2- Fick

یونی^۵ بنام سیسترنای که یک ساکارو استر می باشد بر روی شربت پساب ضعیف حاصل از سانتریفوژ پخت یک در دمای ثابت ۵۵ درجه سانتی گراد استفاده شده است و هدف این تحقیق بررسی تاثیر این سورفکتانت بر راندمان کریستالیزاسیون سرد در پخت ۲ کارخانه های قند چغندری می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه

۲-۱-۱- محلول قندی

بطور کلی شکر سفید از پخت ۱ استحصال می شود و پساب تولید شده در فرایند سانتریفوژ و جداسازی کریستال های شکر سفید، پساب ضعیف پخت ۱ نامیده می شود و چون این پساب به عنوان خوراک پخت های بعدی مورد استفاده قرار می گیرد و در فرایند کریستالیزاسیون این پساب به پخت ۲ و در ادامه بعنوان پایه پخت ۳ انتقال می یابد، اهمیت و لزوم افزایش راندمان استحصال از آن بسیار بیشتر از سایر پساب ها و شربت ها است [۱۱].

۲-۱-۲ - سورفکتانت

استرساکارز SP50^۶ بعنوان ماده فعال سطحی از شرکت Sisterna (کشور هلند) تهیه گردید که در شکل ۱، ساختار شیمیایی آن ارائه شده است. زنجیره جانبی آن گروه آلکیل از اسیدچرب است. اسیدهای چرب با یک یا چند گروه (اولیه) هیدروکسیل ساکارز برای تشکیل منو، دی یا تری استرها واکنش می دهد. که SP نشان دهنده استرهای استئارات می باشد و ۵۰ نیز بیان کننده درصد منواسترهای موجود است. این ساکارواستر دارای HLB^۷ برابر با ۱۱ بود

بر بهبود کیفی شکر سفید استحصالی و افزایش سرعت کریستالیزاسیون گرم را بررسی نمودند و اثر این مواد را در بهبود پارامترهای کیفی مورد تاکید قراردادند [۶]. پالانیوس^۱ اثر سورفکتانت های GMS-S، ورین-۳^۲ و اینتراسول را بر پخت های پایانی مورد بررسی قرارداد و دریافت که سورفکتانت GMS-S در کاهش ویسکوزیته در کریستالیزاسیون گرم موثرتر است [۷]. حجت الاسلامی و همکاران از استفاده مواد فعال سطحی ایزوپروپیل میریستات^۳ و CB۹ دریافتند که استفاده از این مواد فعال سطحی باعث بهبود راندمان کریستالیزاسیون گرم، کاهش رنگ شکر کلرس C و بهبود قند گیری از ملاس می شود [۸] و حکیم زاده و همکاران با استفاده از مواد فعال سطحی غیر یونی تووین ۲۰^۴ دریافتند که استفاده از این مواد فعال سطحی در فرایند فراپالایش ارتقاء یافته (MEUF) موجب کاهش ناخالصی های شکرخام، کدورت، رنگ محلول و کل ماده حل شده (TDS) می شود [۱۰].

کاهش درصد خلوص پساب های قندی حاصل از سانتریفوژ و جداسازی کریستال های شکر در مراحل آخر فرایند می تواند باعث بهبود راندمان کل در کارخانه های قند شود و ضرایب استحصال را در این صنعت بهبود بخشد. ضمن اینکه با افزایش سرعت کریستالیزاسیون شاهد بهره برداری بیشتر از ظرفیت تولید خواهیم بود.

با توجه به مطالعات انجام شده و با توجه به اینکه کریستالیزاسیون سرد نیز همچون کریستالیزاسیون گرم نقش به سزایی در کاهش ضایعات کارخانه های قند چغندر دارد در این تحقیق از غلظت های متفاوت سورفکتانت غیر

1- Palanius

2- verin3

3- Isopropyl myristate

4- Tween 20

5 - Non-ionic surfactant

6- Sucrose Stearate patrician (%Mono Ester 50)

7- Hydrophilic-Lipophilic Balance

در شربت‌های صنعتی قنددار برای تعیین مقدار ماده خشک(بریکس) از روش رفرکتومتری بر اساس انحراف یک اشعه تابش در برخورد با سطح یک محلول استفاده می‌شود. بریکس نمونه توسط دستگاه رفرکتومتر (Schmidts, DUR-S, آلمان) تعیین شد [۱۱].

۲-۳-۴-ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌ها توسط دستگاه ویسکومتر (BROOKFIELD LV, DV-III ULTRA, ساخت کشور آمریکا) با اسپندل شماره SC۴۱۸ در سرعت برشی در سرعت برشی ۱/۳۵ و ۲۷ rpm در دمای مدنظر مورد آزمایش قرار گرفت.

۲-۳-۵-راندمان و محتوای کریستال‌ها

برای تعیین راندمان و محتوای کریستال مقدار مشخصی از پساب ضعیف پخت یک را برداشته و میزان ماده خشک، پلاریزتری و درصد خلوص آن تعیین شد. سپس به نمونه مد نظرسورفکتانت در غلظت‌های مختلف اضافه شد و عمل کریستالیزاسیون به روش سردسازی آن به صورت غیر مداوم انجام گردید. ماسکویت^۳(مخلوط فاز جامد و مایع) حاصله مورد آنالیز و ماده خشک، درصد قند و درصد خلوص آن تعیین گردید. پس از آن مقدار مشخصی از ماسکویت وزن و سپس سانتریفوژ شده و طی این فرایند جداسازی کریستال‌های ساکارز(فاز جامد) از پساب زمینه ای یا مادری(فاز مایع) صورت پذیرفت. در ادامه میزان ماده خشک، درصد قند و درصد خلوص پساب حاصله(فاز مایع) تعیین شد. مقدار محتوای کریستال‌های ساکارز بر مبنای تغییر ماده خشک رفرکتومتری و خلوص طبق رابطه ۲ محاسبه گردید [۳].

و در آب دمای بین ۲۵ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد بخشی از آن بصورت محلول می‌باشد.

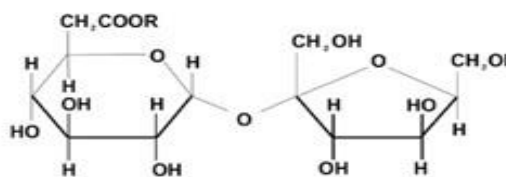


Figure 1: Chemical structure of sucrose ester [12]

در این تحقیق تاثیر آن بر روی نمونه پساب ضعیف حاصل از سانتریفوژ پخت یک از کارخانه چغندر قند "شیروان-قوچان-بجنورد" مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۳-۲-آزمون‌ها

۲-۳-۱-مقدار قند (پلاریته)

اساس اندازه‌گیری درصد قند، انحراف نور پلاریزه یا پلاریزاسیون است. کربن نامتقارن نور پلاریزه را منحرف می‌کند. قندها به علت داشتن کربن نامتقارن نور پلاریزه را متناسب با ساختمان شیمیایی خود به چپ یا راست منحرف می‌کنند و میزان این انحراف متناسب با غلظت است. میزان قند محلول توسط دستگاه پلاریومتر (مدل Schmidt, آلمان) طبق دستورالعمل ICUMSA تعیین گردید. [۱۳].

۲-۳-۲-درصد خلوص (purity)

نشان‌دهنده درصد ساکارزی که در ماده خشک نمونه می‌باشد که از رابطه ۱ بدست می‌آید [۱۱].

معادله ۱

$$purity(\%) = \frac{S}{DS}$$

۲-۳-۳-بریکس ۱ یا ماده خشک ۲ (DS)

1- Brix

2- Dry substant

3- Massequite

۳- نتایج و بحث

مقادیر بریکس، درجه پلاریزاسیون و درجه خلوص پساب^۱ مورد استفاده در جدول شماره ۱ آمده است، همان گونه که مشاهده می شود مقادیر در دامنه مورد قبول برای پساب ضعیف پخت ۱ است [۱۵ و ۱۱].

Table 1- Results of chemical tests of weak effluent used

	Brix	Pol°	Purity %
Acceptible range	78-80	66-68	85-88
Sample	78.60±0.34	66.90±0.31	85.4±0.59

۳-۱- تاثیر غلظت های مختلف سورفکتانت بر روی

ویسکوزیته

نتایج آنالیز واریانس و نیز مقایسه میانگین مقدار ویسکوزیته در غلظت های متفاوت سورفکتانت در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد ارائه شده در (شکل ۲) مشاهده شد که اثرات غلظت های مختلف سورفکتانت بر روی پارامتر ویسکوزیته در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بودند ($p < 0.05$).

$$\text{رابطه ۲} \quad {}^1CC = \frac{DSm(Pm-Pml)}{100-Pml} = \frac{Sm-Sml}{100-Sm} * 100$$

در این رابطه DS_m ماده خشک ماسکوئیت، P_m : درصد خلوص ماسکوئیت، P_{ml} درصد خلوص شربت مادری، S_m مقدار ساکارز ماسکوئیت و S_{mL} مقدار ساکارز شربت مادری بر حسب درصد می باشد.

۳-۲-۶- رنگ محلول شکر

رنگ یک محلول قندی بر مبنای کاهش شدت اشعه تک رنگی که از محلول عبور می کند تعیین می شود. این کاهش در اثر جذب اشعه تابیده شده توسط مواد رنگی موجود در محلول می باشد. رنگ محلول شکر استحصالی، پس از فرایند سانتریفوژ از شکر حاصل نمونه گیری و میزان رنگ محلول آن با دستگاه سنج (INSTRUMENTS, INDEX ساخت کشور انگلستان) به روش اسپکتوفتومتری در طول موج ۴۲۰ نانومتر با استفاده از سل کوآرتز به قطر ۱cm انجام شد [۱۴ و ۹].

۳-۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمونها در ۳ تکرار انجام شد و برای مقایسه میانگین ها از طرح آماری دانکن^۷ بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($p < 0.05$) استفاده گردید. نرم افزار مورد استفاده برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها SPSS نسخه ۱۶ بود.

- 1- Crystal content
- 2- Dray substance of massecuite (%)
- 3- Purity of massecuite (%)
- 4- Purity of mother liquor (%)
- 5- Sucrose content of massecuite (%)
- 6- Sucrose content of massecuite (%)
- 7- Duncan

سطحی باعث کاهش کشش سطحی بین ساکارز و ترکیبات غیرقندی می‌شود [۱۶]. لازم به توضیح اینکه اگر مقدار سورفکتانت مورد استفاده در نمونه به اندازه کافی نباشد، کشش سطحی کاهش نمی‌یابد و پوشش لازم برای به وجود آوردن دافعه الکترواستاتیک و جبران جاذبه واندروالس ایجاد نمی‌شود [۱۷].

۳-۲- تاثیر غلظت‌های متفاوت سورفکتانت بر روی محتوی کریستال‌ها

مطابق نتایج حاصل و مندرج در جدول شماره ۲ با افزودن سورفکتانت تا غلظت ۶۶ ppm درصد خلوص فاز جامد افزایش و به تبع درصد خلوص فاز مایع بدلیل پدیده انتشار کاهش پیدا کرد که در نهایت موجب افزایش مقدار محتوی کریستال گردید. که نشان‌گر افزایش راندمان کریستالیزاسیون در این غلظت از سورفکتانت می‌باشد. همانگونه که از سال ۱۸۷۵ شایب لر و همکاران نشان‌دادند ویسکوزیته می‌تواند اثر بازدارندگی بر رشد کریستال‌ها داشته باشد. با توجه به نتایج حاصله در نمودار شماره ۱ ملاحظه می‌شود اضافه کردن مقدار سورفکتانت باعث کاهش معنی‌دار ویسکوزیته نمونه شده است. بنا به قانون فیک انتظار می‌رود که اثر معنی‌داری بر سرعت رشد کریستال‌ها داشته باشد. نتایج مشابهی توسط حجت الاسلامی و همکاران [۸] و پالانیوس و همکاران در مورد استفاده از سورفکتانت‌ها و اثر آنها بر سرعت رشد کریستال‌ها بر ویسکوزیته ماتریکس گزارش شده است [۱۸].

بر خلاف آنچه که بر اساس قانون فیک مورد انتظار بود در غلظت بالاتر اضافه کردن سورفکتانت باعث کاهش محتوی کریستال گردید. که با شکل شماره ۳ مطابقت دارد و نتایج بدست آمده موافق نتایج گزارش شده بوسیله حجت

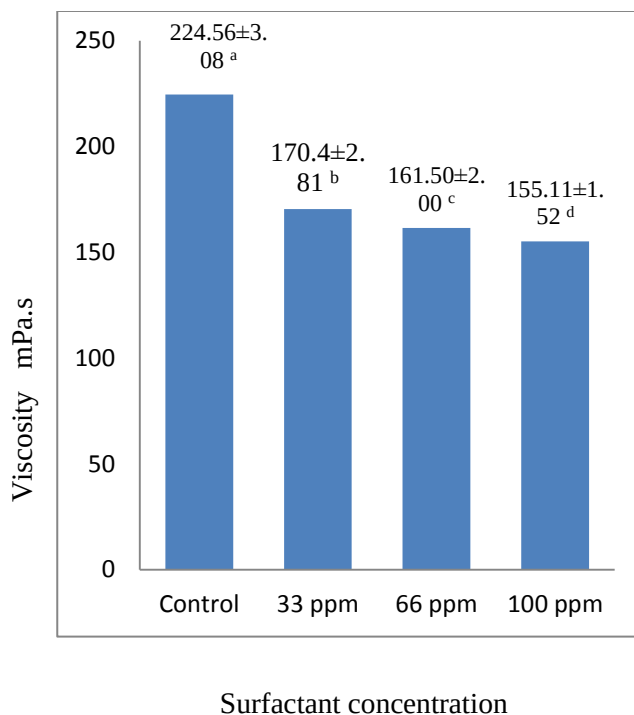


Figure2: Investigation of the effect of adding surfactant in different concentrations at 55 ° C on viscosity

**The lower-case letters indicate a statistically significant difference in the 95% confidence level*

با توجه به اینکه سورفکتانت مورد استفاده یک ساکاروستر غیریونی می‌باشد، مکانیسم عمل این سورفکتانت در نمونه بدین گونه است که مولکول ساکارز موجود در قسمت (سر) هیدروفیلیک سورفکتانت با مولکول‌های ساکارز محلول در ترکیبات غیرقندی نمونه به هم می‌پیوندند و قسمت دم سورفکتانت که از اسیدهای چرب استئاریک (هیدروفوبیک) تشکیل شده است با ترکیبات غیرقندی دیگر متصل می‌شود با توجه به اینکه اساس عمل سورفکتانت در اصل کاهش کشش سطحی بر مبنای کاهش نیروهای دافعه بین مولکول حلال و گروه حلال گریز است، درحقیقت نیروی دافعه الکترواستاتیک بین گروه‌های سرحلال دوست و نیروی جاذبه واندروالسی بین گروه‌های دنباله (دم) ماده فعال

باعث کاهش حلالیت ساکارز در این ترکیبات می‌گردند که همان‌گونه که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، استفاده از سورفکتانت تا غلظت ۶۶ ppm، رنگ محلول شکر تولیدی را کاهش داده و در نتیجه ناخالصی‌ها کمتر شده و درصد خلوص فاز مایع (پساب مادری) کاهش یافته است. لازم به ذکر است افزایش اختلاف درجه خلوص بین پساب و ماسکویت نشان‌گر موفقیت بیشتر فرآیند کریستالیزاسیون بوده است [۱۰ و ۱۹ و ۲۰ و ۲۱].

الاسلامی و همکاران [۱ و ۹] و سیز و همکاران است [۵]. دلیل این امر می‌تواند بر اساس تئوری سیلین و همکاران ۱۹۵۵ آن باشد که وجود هر ماده غیرقندی حتی آب که در هنگام کریستالیزاسیون ساکارز مانع کریستالیزاسیون شود. فلذا اثر مثبت کاهش ویسکوزیته تا اندازه‌ای می‌تواند بر رشد کریستال‌ها اثر مثبت داشته‌باشد و بیشتر از آن اثر ملاس‌زایی این مواد باعث کاهش رشد و کاهش راندمان کریستالیزاسیون خواهد شد [۱].

۳-۳- تاثیر غلظت‌های متفاوت سورفکتانت بر رنگ

محلول شکر

با توجه به نتایج جدول شماره ۲ می‌توان دریافت که اضافه کردن مواد کاهنده ویسکوزیته تا غلظت ۶۶ ppm باعث کاهش رنگ محلول کریستال‌های شکر شده و در غلظت‌های بالاتر احتمالاً بدلیل اینکه سیلین و همکاران اشاره کرده‌اند با افزایش اثر مواد غیرقندی باعث افزایش رنگ محلول نسبت به ۶۶ ppm شوند [۳].

ملانوئیدین^۱ متداولترین مواد رنگی هستند که تاثیر عمده‌ای بر رنگ شکر دارند و از طریق واکنش مایلارد^۲ (قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی) که بین قندهای احیاء کننده و ترکیبات آمین‌دار که قسمتی از آنها بخش تصفیه شربت را طی کرده‌اند در مرحله تغلیظ و کریستالیزاسیون در مجاورت حرارت تشکیل شده‌اند. در حقیقت مواد رنگی جزو ترکیبات غیرقندی در نمونه هستند که بواسطه نیروهای الکترواستاتیکی تشکیل شده بین آنها و مونومرهای عامل فعال سطحی که نقش ملحق شدن و تشکیل توده‌های کروی شکل تحت عنوان مایسل^۳ را دارند، جذب مایسل‌ها شده و

1 - Melanoidins

2 - Maillard

3- Micelle

Table 2: The effect of surfactant addition at 55 °C on pan boiling process and color of obtained sugar

	Dry substance of Masseccuite (%)	Purity of masseccuite (%)	Purity of Mother liquor (%)	Crystal content (%)	Color Of sugar solution (ICUMA)
Control	78.6±0.13 ^c	86±0.21 ^c	85±0.21 ^c	4.68±0.67 ^c	1315±9.07 ^a
33ppm	79.48±0.22 ^b	89.29±0.35 ^b	85.33±0.15 ^b	21.45±1.34 ^b	1200±22.27 ^b
66ppm	79.8±0.19 ^a	91.0±0.36 ^a	85.36±0.26 ^a	30.73±2.07 ^a	989±41.98 ^c
100ppm	79.63±0.22 ^b	89.3±0.24 ^b	84.61±0.14 ^b	23.27±1.77 ^b	1218±12.09 ^b

*a, b,c,... indicatd significant difference in p<0.05

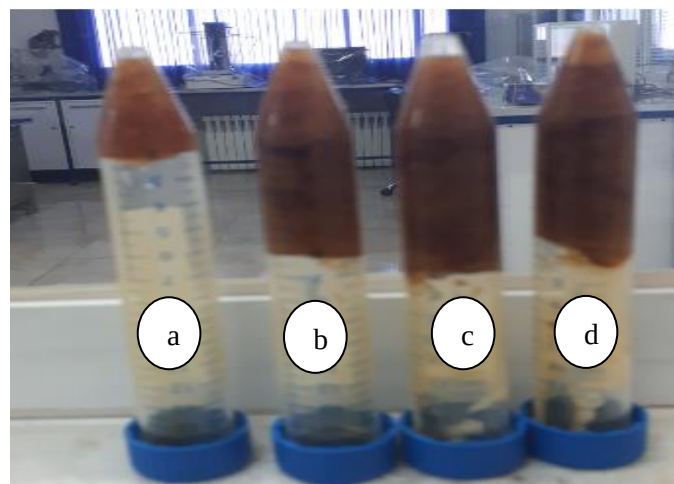
افزایش داد. همچنین ترکیبات رنگی را در شکر تولیدی کاهش داد و باعث شد که میزان ناخالصی‌ها در محصول تولیدی کمتر شود که در نتیجه باعث افزایش معناداری بین درصد خلوص ماسکویت و پساب حاصله در کریستالیزاسیون به روش سرد می‌شود. در غلظت ۶۶ ppm از سورفکتانت مصرفی و دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد راندمان کریستالیزاسیون به روش سرد افزایش پیدا کرده است به طوری که مقدار و محتوی کریستال‌ها در بیشترین مقدار خود یعنی ۳۰,۷۳٪ و رنگ محلول شکر تولیدی تا ۹۸۹ آیکومسا کاهش یافته است. در غلظت‌های بالاتر همان‌طور که انتظار می‌رفت سرعت رشد و راندمان کریستالیزاسیون را کاهش داده است که این امر بدلیل خاصیت ملاس‌زایی ترکیبات غیرقندی در محلول‌های قندی است.

۵- سپاس‌گزاری

نویسندگان مقاله از همکاری مدیریت محترم شرکت تولیدی قند شیروان - قوچان - بجنورد بابت در اختیار گذاشتن کلیه امکانات جهت بررسی و تحقیق در این مقاله تقدیر و تشکر می‌نمایند.

۶- منابع

همان‌گونه که در شکل شماره ۳ مشاهده می‌شود اضافه کردن مواد کاهنده ویسکوزیته به نمونه علاوه بر افزایش راندمان کریستالیزاسیون باعث افزایش مقدار کریستال‌ها در واحد وزن شده است. که این نتایج موید نتایج حجت‌الاسلامی و همکاران است [۲].



a: 0 ppm, b: 33ppm, c:66ppm,d:100ppm

Figure 3: Images of sugar Solid phase

۴- نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که کاهش ویسکوزیته در نمونه به کمک سورفکتانت غیریونی سیسترن (SP50) کاملاً مشهود بوده و مقدار و محتوی کریستال‌های شکر را

- [1] Hojjatoleslamy, M., Mesbahi, G., Shokrani, R. and Karbasi, A., 2002. Effect of Sugar beet quality and composition changes on the efficiency of surface-active chemicals in sugar processing industry. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.*, Vol 9(3):161-170
- [2] Marrinova, N., and L. Bozhkov, 1988. Application of the surface-active substance GMS-S on crystallization of the sugar. *Khranitelna Promyshlennost* (1): 97-102
- [3] Hojjatoleslamy, M., Shokrani, R., Karbasi, A., Jamalian, J. and Mesbahi, Gh. 2004. The effect of viscosity reducing agents on cane massecuite and molasses in beet sugar factories. *Iranian journal of food science and nutrition* (2): 13-21.
- [4] Chou, J.C. 1974. Reduction of molasses viscosity surface-active chemicals. *Int. Sugar J.* (76): 195-198
- [5] Ciz, K., J. Gelber, and V. Hoblicva, 1975. Boiling low grade product with addition of Intramol FK wetting agent. *Listy Cukrovarnicke* (10): 230-233
- [6] Kulinchenko, V.R., and V.T. Garyazha, 1984. Mechanism of action of surface-active substances during massecuite concentration. *Pishevaya Promyshlennost* (3): 33-35
- [7] Palanius, J. 1994. Using video microscope to control crystallization. *Int. Sugar J.* (46): 446
- [8] Hojjatoleslamy, M., Shokrani, R., Karbasi, A., Jamalian, J. and Mesbahi, Gh. 2005. The effect of viscosity reducing agents on cane sugar and molasses purity in beet sugar factories. (3): 50-60.
- [9] Hojjatoleslamy, M., Shokrani, R. and Karbasi, A., 2008. Effect of viscosity on Cane sugar in Beet sugar factories. *Annual transaction of the Nordic Rheology Society*. (16): 45-50.
- [10] Hakimzadeh V, Elahi M, Mousavi M, Razavi M. A. 2013. Potential of removal of color, turbidity, TDS and starch of raw sugar in MEUF process using nonionic surfactant. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Industry*. Volume 2, Number 4, Pages 365-380
- [11] Vander Poel, p., Schiwek, H. and Schwartz, T. 1998. *Sugar Technology*. Barten Pub.
- [12] Sisterna. Co. 2016. *Codex Alimentarius Sucrose esters INS 473*. Roosendaal The Netherlands.
- [13] ICUMSA, 2013. *Analysis method*. Bartens Pub. Berlin.
- [14] The Official Method ICUMSA GS 9/1/2/3-8. 2011. The determination of sugar solution color at pH 7.0 by MOPS buffer method.
- [15] Asadi, M. 2007. *Beet-Sugar Handbook*, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: 350-365
- [16] Suhail M, Janakiraman AK, Khan A, Naeem A, Badshah SF. 2019. *Journal of Pharmacy*.
- [17] Li X, Zhu D, Wang X, Wang N, Gao J, Li H. 2008. Thermal conductivity enhancement dependent pH and chemical surfactant for Cu-H₂O nanofluids. *The Journal of Chemical Physics*; 128(12): 124701.
- [18] Palanius, J. 1994. Using video microscope to control crystallization. *Int. Sugar J.* (46): 446
- [19] Kim, H., Baek, K., Leec, J., Iqbala, J. & Yang, J.W. 2006. Comparison of separation methods of heavy metal from surfactant micellar solution for the recovery of surfactant. *Desalination*, 191: 186-192
- [20] Aguirre, L., Garcia, V., Ponger, E., & Kieski, R.L. 2009. The removal of zinc from synthetic wastewaters by micellar-enhanced ultrafiltration statistical design of experiments. *Desalination*, 240: 262-269.
- [21] Myers, D. 2006. *Surfactant science and technology*. 3rd Ed. John Wiley & Sons.



Scientific Research

The effect nonionic surface-active components on cold crystallization in sugar industry**Mehdi Rajaei¹, Vahid Hakimzadeh^{*}, Akram Arianfar¹, Mostafa Shahidi²**

1-Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran

2- Department of Food Chemistry, Food Science and Technology Research Institute, Mashhad, Iran

ABSTRACT

Many studies have been performed on the effect of viscosity on the qualitative characteristics of hot crystallization in the cooking stage of beet factories. In this study, we tried to investigate the effect of newer viscosity reducing agents based on sucrose esters on the quality of cold crystallization. For this purpose, a substance called Sisterna[®] which is a sucrose ester as a viscosity reducing agent in four levels 0, 33, 66 and 100 ppm were used in weak effluent from centrifuge cooking of a beet factory at 55 °C and its effect on viscosity, crystallization efficiency, color of extracted sugar solution and purity percentage was investigated. The results showed that the addition of this substance reduced the viscosity. Crystallization efficiency increased to 66 ppm and then decreased at higher concentrations. The color of the extracted sugar solution and the purity percentage of the effluent produced by centrifugation and separation of the solid phase from the liquid decreased to this concentration of surfactant and at higher concentrations these parameters increased. In general, the use of these materials in cold crystallization of sugar factories can increase the efficiency and reduce the waste of beet factories.

ARTICLE INFO**Article History:**

Received: 2022/1/2

Accepted: 2022/2/5

Keywords:

Crystallization efficiency,

Sugar soluble color,

Surfactants,

Viscosity

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.54**DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.5.7**

*Corresponding Author E-Mail:

v.hakimzadeh@yahoo.com