

به نام خدا

شناخت پکتین و تاثیرات آن در صنعت

فقد

علی رحمانی

کارشناس ارشد پروسس شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی واحد علامه دهخدا

مهدی یار احمدی (سرپرست مکاتبات)

دانشجوی دکتری تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

فروع شعبی زاده

کارشناس آزمایشگاه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی واحد حکیم فارابی

چکیده :

پکتین پلی ساکارییدی است ، که توانایی انعقاد بالایی دارد . این ماده در میانه قرن هیجدهم کشف و در صنایع غذایی به کار گرفته شد . پکتین به دلیل زنجیره های پلیمری خود و توانایی بسیار زیاد در بوجود آوردن حالت ژله ای ، در فرایند تولید شکر زرد و آسیاب دارای تاثیرات منفی است . اما در پالایش شکر سفید به دلیل وجود زنجیره های پلیمری و همچنین واکنش با لخته های رسوب

کلسیم دار در بدنه اول اشباع می تواند تا حدی مفید باشد. این مقاله با بررسی شیمی و استناد به فلسفه تاریخی گری علم ماده بیوپلیمری پکتین، تلاش می کند، تا مهندسان صنعت قند را با تاثیرات این ماده آشنا سازد.

کلید واژه :

پکتین، قند، انعقاد، بیوپلیمر.

مقدمه :

صنعت قند یکی از قدیمی ترین صنایع شناخته شده توسط بشر است. این صنعت که از نظر فنی دارای مهندسی پیشرفته ای می باشد، یکی از مهمترین پایه های عملی، علم مهندسی شیمی بوده است. از گذشته های دور کیمیاگران و شیمیدانان علاقمند بودند، تا با بررسی ترکیبات موجود در شربت شکر به توضیح چگونگی فرایند تولید قند پی ببرند. این تحقیقات منجر به کشف مواد بسیار زیادی از جمله مقادیر زیادی مواد بیوپلیمری گردید. یکی از مهمترین این مواد بیوپلیمری پلی ساکاریدی به نام پکتین بود. پکتین که علاوه بر صنعت قند در صنایع غذایی دیگر نیز کاربرد دارد و از میانه قرن هیجدهم شناخته شده بود. با توسعه دانش قندسازی، محققان با کشف پکتین در مواد قندی مانند نیشکر و چغندر تلاش کردند، تا با بررسی این ماده، جایگاه آن را در شیمی فرایند تولید قند بیابند. امروزه در بسیاری از کتاب های مرجع مهندسی قند، می توان مواردی را درباره پکتین مشاهده نمود. اما پراکندگی مطالب و کلی گویی نویسندگان این مراجع، مانع از درک صحیح مهندسان نسبت به تاثیرات این ماده جالب بر پروسه صنعت قند شده است. نگارندگان این مقاله با تحقیق در مورد پکتین و تکیه بر صنایع غذایی مشابه صنعت قند، در کنار بررسی مهندسی پکتین در صنعت قند، تلاش می کنند، تا کارشناسان قندساز را با این ماده و تاثیرات آن بر پروسه تولید شکر آشنا سازند. سئوالی که در این مقاله بدان پاسخ داده می شود، این است، که :

- تاثیرات پکتین در پروسه صنعت قند (بویره نیشکر) در کجا و چگونه صورت می گیرد؟

شیمی پکتین :

واژه پکتین [□] از لغت یونانی پکتیکوس [□] به معنی لخته [□] یا منعقد شده [□] گرفته شده است. [□] همان گونه که از نام پکتین معنی می شود، این ماده خاصیت ویسکوز کننده یا توانایی انعقاد بالایی دارد. دلیل این امر در خاصیت زنجیره های پلیمری آن نهفته است. پکتین یکی از مهمترین بیوپلیمرهایی است، که در گونه های گیاهی حیات یافت می شود. این ماده یکی از فراورده های

-
1. Pectin
 2. πηκτικός - pektikos
 3. congealed
 4. curdled
 5. Henry George Liddell, Robert Scott, "A Greek-English Lexicon", at Perseus

کربوهیدراتی خالص شده است، که از بخش داخلی پوست میوه مرکبات یا از تفاله سیب (پس از آگیری) با اسید رقیق استخراج میشود. پکتین به صورت مخلوط است و مهمترین جزء تشکیل دهنده آن متیل پکتات، متیل استر حاصل از اسید پکتیک، یک بسپاردی گالاکتورونیک اسید با وزن ملکولی بالا است.[□] ساختار اصلی مولکولی پکتین شامل واحدهای اسید گالاکتورونیک و اسید گالاکتورونیک متیل استر است، که به صورت زنجیره‌های پلی ساکارید خطی در کنار هم قرار گرفته و معمولاً نیز بر اساس درجه استری بودنشان طبقه بندی می‌شوند.

پکتین همچنین دارای آرابان و گالاکتان است.[□] میوه‌ها، ریشه گیاهان و سایر فراورده‌های گیاهی دارای پکتین هستند. وجود پکتین در مرباها، خاصیت ژله‌ای ویژه‌ای به آنها می‌بخشد. پکتین به صورت گرد سفید رنگ انحلال پذیری در آب تولید میشود و در تهیه مربا، ژله و مواد بی شماری به کار می‌رود. پکتین دارای متوکسیل کم (با ۷ درصد)، ژله‌های بهتری نسبت به پکتین معمولی پدید می‌آورد. تا به امروز سه گونه پکتین از ساختار دیواره سلولی و مواد ساختاری گیاهان استخراج شده است. پکتین از نظر ساختاری یک پلی ساکاریدی می‌باشد، که از زنجیره بلند پکتیک اسید و مولکول‌های پکتینیک اسید تشکیل شده است. این اسیدها همانند ساکاروز یا شکر می‌باشند و در نتیجه اتصال آنها به هم پلی ساکاریدی به نام پکتین حاصل می‌شود. حالت پلیمری پکتین و توانایی آنیونی آن تاثیر زیادی در محلول‌ها دارد.[□]

در پکتین با درجه متیل استر بالا یا به عبارت دیگر پکتین HM تشکیل گروه‌های کربوکسیل نسبت به افزایش متیل استر افزایش یافته و بقیه گروه‌های اسیدی کربوکسیلی یا به اسیدهای آزاد تبدیل می‌شوند و یا اینکه تبدیل به نمک‌هایی مانند آمونیوم، پتاسیم، کلسیم و سدیم می‌شوند. این ویژگی پکتین و هم چنین میزان مفید این نمک‌ها بسته به درجه استری کردن و هم چنین درجه پلیمری کردن تغییر می‌کند.

پکتینی که در آن کمتر از ۵۰٪ واحدهای اسیدی کربوکسیل تشکیل می‌شوند، در واقع میزان متیل استر آن کم بوده و منجر به تولید نوع دوم پکتین یعنی پکتین LM می‌شود. در حالت کلی پکتین LM از پکتین HM و در شرایط اسیدی و یا آلكالینی متوسط حاصل می‌شود.

پکتین آمینه نیز از پکتین با درجه استر بالا استحصال می‌شود، بدین ترتیب که در مرحله استری زدایی آلكالین از آمونیاک استفاده می‌شود. در این نوع از پکتین حاصله تعدادی از گروه‌های اسید کربوکسیل باقی مانده به اسید آمینه تبدیل می‌شوند. خواص مفید پکتین آمینه شده نسبت به میزان واحدهای استر و آمید و درجه پلیمری شدن فرق می‌کند. پکتین تجاری به منظور

□ . آرتور شارب، ۱۳۸۱: ۵۳۸

□ . همان، همان جا .

استاندارد شدن اغلب با شکر مخلوط می‌شود و حتی بعضی از انواع پکتین‌های موجود در بازار را با محلول بعضی نمکها مخلوط می‌کنند، تا P^H خون را کنترل کرده و یا این که ویژگیهای خاص را در آن ایجاد کنند.

پکتین‌ها با توجه به میزان متیل آنها طبقه بندی می‌شوند. پکتین با درجه متیل بالا جهت ژلاتینی شدن به شکر نیاز دارد. اما پکتین با درجه متیل پائین برای ژلاتینی شدن نیازی به شکر ندارند. بلکه این نوع پکتین‌ها با یونهای فلزی به ویژه کلسیم ترکیب شده و حالت ژله ای به خود می‌گیرند. □

اختلاف بین دو پکتین با متیل بالا و پائین در حدود ۲۵ واحد استر می‌باشد. پکتین‌ها در حالت ترکیب با بعضی قندها نظیر آرابینوز گالاکتوز، رامنوز و گسیلوز ترکیب می‌شوند. میزان این قندها در پکتین تجاری در حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد بوده و تحت عنوان مواد ترکیبی و یا قندهای خنثی نامیده می‌شوند. پکتین‌های دارای اسیدهای کربوکسیل خنثی در مقایسه با پکتین های ژله‌ای که کاملاً فاقد هر گونه اسید می‌باشند، پکتین با درجه متیل پائین نامیده می‌شوند.

اهمیت اقتصادی این محصول به توانایی آن در تشکیل ژل در ترکیب با شکر(قند) و اسید برمی‌گردد. میزان این ماده در گیاهان با توجه به وزن کل آن از ۰/۱ تا ۴ درصد متفاوت می‌باشد.

پکتین های کاتیونی تک ظرفیتی (قلیایی) اسید پکتینیک و اسید پکتیک معمولا در آب محلول می باشد. ولی کاتیون های دو و سه ظرفیتی آن انحلال پذیری کمی داشته یا نامحلول می باشد. پودر خشک پکتین وقتی به آب اضافه می شود، تمایل شدیدی به هیدراته شدن داشته و انبوه ای ژلاتینی را تولید می کند. محلول های رقیق پکتین خواص سیالات نیوتی را دارد. اما اگر اندکی غلظت آن افزایش یابد، رفتار سیالاتی غیر نیوتونی (شبه پلاستیک) از خود نشان می دهد. ویسکوزیته محلول پکتین به وزن مولکولی آن، اسیدیته و سایر یون های موجود در محلول بستگی دارد. تجزیه پکتین وابسته به اسیدیته، فعالیت محلول و دمای محیط می باشد. دردمای اتاق و اسیدیته ۵.۶ پکتین پایدار بوده و بیشترین پایداری در اسیدیته ۴ گزارش شده است. با افزایش اسیدیته و دما، پکتین تجزیه شده و علاوه بر کاهش ویسکوزیته محلول، خاصیت ژله ای شدن آن نیز از بین می رود.

منابع پکتین :

سیب و مرکبات عمده ترین منابع غنی از پکتین می‌باشند. موقعیت اقتصادی این دو محصول نیز به کشت وفور آنها در مناطق مختلف برمی‌گردد. ضایعات خشک سیب و هم‌چنین پوست مرکبات (خشک یا تر) که به عنوان یکی از محصولات جانبی کارخانجات تولید آب میوه بوده و به وفور نیز یافت می‌شود از منابع غنی پکتین محسوب می‌شوند.

ساختارهای ژلاتینی در سلولهای دیواره‌ای و لایه‌های درون سلولی میوه‌جات موجود می‌باشد. آجرهای به کار رفته در ساخت دیوار ه را می‌توان نمادی از آرایش قرار گرفتن پکتین در دیواره میوه و سبزی در نظر گرفت.

حداکثر پکتین موجود در میوه‌های نارس یافت می‌شود ، که پس از فرارسیدن مرحله رسیدن ، میزان وحتى کیفیت پکتین استحصال شده کاهش می‌یابند. اسید گالاکترونیکی اصلی‌ترین بلوک سازنده شیمیایی پکتین موجود در میوه و سبزی می‌باشد . که خود جزو گروه پلیمرهای اسید انیدرو گالاکترونیکی می‌باشد. اسیدهای موجود در پلیمر ممکن است به صورت اسیدهای متیل شده دربیابند و یا به شکل اسیدهای آزاد مثل پروتوپکتینیک ، اسید ژلاتینی ، اسید پکتینی در بیاید. برخی تحقیقات بالینی از تاثیرات مثبت مصرف پکتین به ویژه در درمان بیماری‌های کودکان خبر می‌دهند .¹⁰

خواص پکتین :

پکتین از اوایل قرن بیستم به صورت صنعتی تولید شد ، اما مدتها قبل از آن استحصال پکتین توسط خانم های خانه‌دار برای ژلاتینی کردن مرباها مورد استفاده انجام می‌گرفت . چه در صنعت و چه در مصارف خانگی پکتین با ویژگی ژلاتینی ، تغلیظ کننده و نگهدارنده شناخته شده است. امروزه نیز در صنایع متنوعی نظیر تهیه ماست ، شیرینی و نوشیدنیهای اسیدی شیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این محصول در نظر عموم محصولی طبیعی بوده و از ویژگیهای مثبت خوراکی برخوردار می‌باشد .

پکتین در دیواره اولیه سلولی و قسمت های غیر چوبی گیاهان بویژه مرکبات به وفور یافت می‌شود ، به علاوه پکتین موجود در تیغه میانی سلول های گیاهی باعث اتصال آنها بهم شده و شکل ظاهری گیاه را تعیین می‌کند. مقدار، ساختار و ترکیب شیمیایی پکتین در گیاهان مختلف متفاوت می‌باشد . همچنین در طول دوران رشد گیاه مقادیر پکتین گیاه تغییر می‌کند. در میوه های نارس مقدار پکتین بالا است و با رشد گیاه مقادیر آن کاهش می‌یابد. با رشد گیاه ، مولکول پکتین توسط دو آنزیم به نام های پکتین آز¹¹ و پکتین استراز¹² تجزیه گشته و در نتیجه تیغه میانی سلول های میوه نارس از بین می‌رود و سلول های آن از هم جدا گشته و میوه نرمتر می‌شود. در مرکبات خیلی نرم مقدار پکتین اندک است.

به دلیل این ویژگی هاست که روز به روز به کاربردهای پکتین به ویژه در صنایع غذایی ، دارویی و آرایشی اضافه می‌شود. علاوه بر اینها پکتین به دلیل دارا بودن ساختار فیبری و پلی ساکاریدی مستقیماً به عنوان کپسول دایجستو مورد استفاده قرار می‌گیرد.

10 . Yablokov, Alexey V. Chernobyl Consequences of the Catastrophe for People and the Environment. New York Academy of Sciences, 2009, pp. 304-309

11 . Pectinase

12 . Pectin esterase

امروزه نه تنها دانشمندان به رابطه مستقیم تغذیه و سلامت پی برده‌اند ، بلکه مصرف کنندگان نیز به اهمیت ترکیبات غذایی پی برده‌اند . پکتین نیز امروزه به عنوان یکی از افزودنیهای غذایی عمومی محسوب می‌شود. دانشمندان علاوه بر اینکه از پکتین به عنوان کپسول دایجستو استفاده می‌کنند ، بلکه طی تحقیقات مختلف نقش آن را در کاهش کلسترول خون نیز به اثبات رسانده‌اند.

کشف پکتین :

مربا و ژله که از قرن ۱۷۵۰ توسط " شرکت خانوادگی زنان خانه‌دار لندن " از سیب ، مویز و به که در آنها ژلاتین پکتین به وفور یافت می‌شود ، تهیه شده است. برای اولین بار در سال ۱۸۲۰ میلادی پکتین از میوه جدا شده و در تهیه مربا و ژل مورد استفاده قرار گرفت.

به تدریج افراد میوه های ژله دار و یا حتی ژله استحصال شده ، را با میوه‌های فاقد ژله مخلوط کردند . به عنوان مثال توت‌فرنگی را با انگور ترکیب کردند. ژله استحصال شده از پوست و هسته سیب را با مربای میوه‌های فاقد ژله ترکیب کردند ، تا اینکه مربای ژله ای مناسب تهیه کنند. پکتین در سال ۱۸۲۵ میلادی توسط^{□□} تولیدکنندگان تجاری جداسازی و بررسی گردید.^{□□}

تولید کنندگان پکتین تجاری به دنبال یافتن منابع غنی پکتین افتادند. در آلمان تولید کنندگان آبمیوه ضایعات سیب را خشک کرده و به تولید کنندگان مربا فروختند . این تولید کنندگان نیز به نوبه خود این ضایعات را در آب جوشانده و ژله میوه‌ای تولید کردند.

اولین پکتین مایع تجاری در سال ۱۹۰۸ میلادی در آلمان تولید و فرآیند تولید آن به سرعت به آمریکا رسید و به عنوان الگویی توسط شرکت داگلاس پیش رو گرفته شد. این شیوه رفته رفته در آمریکا رواج پیدا کرده و سپس وارد اروپا شد. در سالهای اخیر مراکز تولید پکتین دوباره روانه اروپا شده و از آنجا به کشورهای مادر تولید کننده آب موهه یعنی مکزیک و برزیل وارد شد. تغییرات در ساختار و محل تجمع تولید این محصول همچنان ادامه دارد ، اما در هر حال جهت تاسیس کارخانه‌ای برای تولید این محصول سرمایه گذاری هنگفتی با صرفه اقتصادی و هم چنین منابع سرشار از ماده اولیه نیاز است .

پکتین در واقع محصول کربوهیدراته خالص شده است ، که از بخش آب دار پوست میوه ها به ویژه سیب و مرکبات استحصال می‌شود . تمامی میوه ها و سبزیجات دارای ساختار پکتین می‌باشند ، که این ساختار در کنار ساختار سلولزی ویژگیهای ساختمانی میوه و سبزیجات و یا به عبارت دیگر شکل ظاهری آنها را تعیین می‌کند .

13 . Henri Braconnot

14 . Braconnot, Henri. Keppler, Frank et al. Methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions. Nature 439, 187-190 .

میزان و ترکیب پکتین موجود در سبزیجات و میوه‌جات مختلف متفاوت می‌باشد. اکثراً به منظور تولید پکتین تجاری از مرکبات و سیب به عنوان ماده اولیه استفاده می‌کنند. پکتین مرکبات از پوست لیمو شیرین، لیمو ترش و به مقدار کمی نیز از پوست پرتقال و انگور استحصال می‌شود. پوست مرکبات در واقع محصول جانبی حاصل از فرآیند آبمیوه‌گیری بوده و حاوی مقادیر زیادی پکتین با ویژگیهای منحصر بفرد می‌باشد.

پکتین در فرم تجاری بصورت پودر قهوه‌ای روشن و سفید موجود می‌باشد. در گوشت میوه سیب حدود ۱۰-۱۵ درصد و در پوست اغلب مرکبات ۲۰-۳۰ درصد پکتین وجود دارد بنابراین پسماند و ضایعات کارخانه‌های تولید آبمیوه، حاوی منابع سرشاری پکتین بوده و با فرایند‌های شیمیایی قادر به استخراج آن خواهیم بود.

با افزودن اسید رقیق و گرم به گوشت سیب و پوست مرکبات خشک و تنظیم P^H در محدوده ۳.۵-۱.۵، پکتین موجود در آنها بصورت پروتوپکتین در فاز آبی استخراج می‌گردد. پس از فیلتراسیون آن و تغلیظ تحت خلاء، توسط اتانول و یا ایزوپروپیل الکل، پکتین بصورت رسوب از محلول جدا می‌گردد. رسوب حاصل پس از جداسازی از محلول و شستشو بایستی خشک شده و بشکل پودر به بازار مصرف عرضه گردد. پکتین بدست آمده از مرکبات کرم رنگ یا سفید بوده و پکتین بدست آمده از سیب تیره رنگ می‌باشد.

پودر پکتین در صنایع غذایی به عنوان عامل ژلاتینی کننده^{□□} در مرباها و ژله‌ها استفاده می‌گردد. در آبمیوه‌ها و نوشیدنی‌های لبنی نقش پایدار کننده داشته و همچنین به عنوان منبع فیبر در رژیم غذایی روزانه به کار می‌رود. در دندان پزشکی به عنوان عامل پر کننده دندان استفاده می‌شود. در صنایع داروسازی کاربرد‌های فراوانی دارد. مطالعات و آزمایشات وسیع توسط محققین اثبات کرده است، که مصرف حداقل شش گرم پکتین در روز برای کاهش کلسترول خون کافی می‌باشد. همچنین پکتین به عنوان یک عامل پیشگیری کننده مسمومیت روده و ارگان‌های تنفسی با کاتیون‌های سمی از قبیل سرب و جیوه، بسیار موثر بوده است.

پکتین زمان انعقاد خون را کاهش می‌دهد. تزریق وریدی آن به بدن می‌توان خونریزی‌های شدید و موضعی را کنترل کرد.

پکتین و ترکیبات آن همراه با سایر کلوئیدها در درمان بیماری اسهال اطفال موثر می‌باشد.

پکتین در صنعت قند:

پکتین در صنایع نیشکر با تاثیرات آن شناخته می‌شود. مهمترین اثر پکتین در شربت نیشکر به وجود آوردن حالت ژله‌ای است، که باعث افزایش ویسکوزیته شربت می‌شود. از منظر علمی بهتر است، که از ورود پکتین به شربت جلوگیری شود، اما چون چنین

چیزی امکان پذیر نیست ، در نتیجه ترجیح داده می شود ، که هنگام ورود پکتین به شربت از شکسته شدن آن و تجزیه به مواد ساده تر جلوگیری شود . درصد استاندارد پکتین همراه با سایر مواد قندی در شربت نیشکر ۳.۲ درصد است .^{□□} در کارخانجات نیشکری همین خاصیت ژلاتینی باعث مشکلاتی در واحد آسیاب و تولید شکر می شود. از نظر ساختاری پکتین نزدیک به ۳۱ درصد در چغندر و همین حدود را در نیشکر تشکیل می دهد .^{□□} ولی بخش عمده پکتین همراه با تفاله از سیستم خارج می شود . در واحد آسیاب پکتین تولیدی باعث افزایش ویسکوزیته شربت شده و مشکلاتی در فیلتراسیون توری های گردان^{□□} و پمپ های انتقال شربت ایجاد می کند. پکتین به میان روزه های این توری ها رفته و مانع از استخراج شربت حاوی ساکاروز به سوی مخزن شربت تمیز می گردد . در نتیجه انتظار داریم ، تا با ورود پکتین به سیستم ، ضایعات قندی باگاس افزایش یابد . در واحد تولید شکر خام باعث کاهش فیلتر پذیری شربت شده و همچنین بدلیل افزایش ویسکوزیته پخت در مرحله کریستالیزاسیون باعث کاهش راندمان تولید شکر ، کاهش کیفیت شکر تولیدی و افزایش ضایعات قندی (افزایش خلوص ملاس نهایی) می شود. به نظر می رسد ، که تاثیرات پکتین حتی بر روی خودمانایی بلور ساکاروز نیز وجود داشته باشد .^{□□} برای غلبه بر مشکل افزایش ویسکوزیته پخت ، از مواد ضد چسب وارداتی و گران قیمت مختلف از قبیل دکستران آز و آلفا آمیلاز استفاده می شود . تجربه نشان می دهد که مواد ضد چسب تاثیر زیادی بر روی کیفیت شکر تولیدی دارد بنابراین استفاده از مواد ضد چسب نیاز به کنترل دقیق و مدیریت مصرف صحیح دارد . در صنایع نیشکری به اشتباه پکتین و سایر پلی ساکاریدهای سنگین مثل نشاسته و صمغ ها را در یک رده قرار داده و چسب می نامند. منشاء نشاسته در کارخانجات نیشکر ریشه و جوانه انتهایی نیشکر می باشد . معمولاً بدلیل عدم توجه در برداشت نیشکر ، همراه آن وارد آسیاب شده و با قند نیشکر استخراج می گردند . نگارندگان پیش از این مقاله ، بررسی مفصلی درباره مشکلات نشاسته و راهکارهای مبارزه با آن در صنعت قند انجام داده اند .^{□□}

نشاسته به راحتی توسط محلول اسیدی به گلوکز تفکیک می شود. نشاسته در آب داغ متورم شده و به ۲۰ درصد آمیلاز و ۸۰ درصد آمیلوپکتین تفکیک می شود. آمیلوپکتین پلی ساکاریدی شاخه دار با وزن مولکولی بالا است.

□□ . اسماعیل زاده ، ۱۳۸۱ : ۷۲

□□ . اسماعیل زاده ، ۱۳۸۱ : ۴

18 . Rotary screen

□□ . یاراحمدی مهدی ، ۱۳۹۰ : ۳

□□ . برای مطالعه بیشتر نک (یاراحمدی مهدی / خیاط زاده ثمره / اکبریان آزاده ، نشاسته ، آلفا آمیلاز و فرضیه یاراحمدی - خیاط زاده - اکبریان ، مجله سندیکی قند

ایران ، شماره ۲۰۶ ، آذرماه ۱۳۹۰)

در فرایند استخراج شربت نیشکر توسط سنگ های آسیاب ، از آب گرم با دمای ۵۵-۶۰ درجه سانتی گراد برای استخراج بهتر قند از تفاله نیشکر (باگاس) استفاده می گردد. □□ در صورتیکه دمای آب به بالای ۷۰ درجه سانتی گراد برسد علاوه بر استخراج بهتر قند ، دیواره سلولی تخریب شده و پکتین آن آزاد می شود و موجب ژلاتینی شدن و افزایش ویسکوزیته شربت نیشکر نیز می گردد. همان گونه که در این مقاله بیان شد دمای محلول و اسیدیته آن در پایداری پکتین موثر است ، بنابراین اگر دمای آب افزودنی به نیشکر و باگاس آن ۷۰-۹۰ درجه سانتی گراد و اسیدیته شربت ۵.۵-۶ باشد شرایط برای استخراج پکتین و پایداری آن مهیا است. با توجه به مشکلات ذکر شده ، بهترین اقدام ، جلوگیری از ورود پکتین نیشکر به شربت آسیاب می باشد. از سوی دیگر وجود پکتین باعث افزایش مصرف بخار و انرژی برای فرایندهای مطلوب مهندسی می گردد . افزایش قیمت حامل های انرژی در ایران پس از سال ۱۳۹۰ به ویژه در زمینه سوخت های مورد استفاده این در صنعت باعث گردیده است ، تا قیمت تمام شده ، محصول شکر افزایش چشمگیری پیدا کند . شرکت های تولید کننده شکر از نیشکر برای کاهش این هزینه ها نیازمند روی آوردن به سوخت های ارزان تر با انرژی حرارتی مفید یا افزایش بهره وری تولید از طریق حذف مواد مزاحمی مانند پکتین می باشند . □□

تجربه نشان داده با توجه به اینکه P^H شربت پالایش شده در واحد خام در محدوده P^H طبیعی ۷ و دما ۱۰۴ تا ۱۰۵ درجه سانتی گراد می باشد ، در نتیجه به دلیل وجود پکتین ، مراحل کریستالیزاسیون و سانترفیوژ با اشکالات عمده ای مواجه می شوند. جایگاه پکتین در تصفیه شکر نیز جالب است . پکتین در فرایند تصفیه شکر به ویژه در بدنه های اشباع میتواند نقش موثری را بازی کند . این ماده اگر دارای زنجیرهای سالم و نشکسته باشد ، چون دارای حالت کلوییدی و بار منفی است ، به سوی کربنات کلسیم دارای بار مثبت کشیده شده و به صورت توری گل و مواد معلق عمل کرده باعث جذب مواد نامحلول می گردد . در نتیجه وجود مقدار کمی پکتین برای عملیات تصفیه شکر مفید برآورد می شود .

یکی از راه های مبارزه با تاثیرات پکتین در شربت نیشکر تثبیت پکتین در داخل سلول های آن است . برای تثبیت این ماده از ترکیبات آلومینیوم ، کلسیم و اسید به شرطی که باعث هیدرولیز ساکاروز نگردد ، استفاده می شود . □□ نتیجه گیری :

بررسی خواص و شیمی پکتین نشان می دهد ، که جلوگیری از ورود این ماده بیوپلیمیری در صنعت قند امکان پذیر نیست . تنها راه مبارزه با تاثیرات منفی این ماده به ویژه در بخش آسیاب و تولید شکر سفید ، تلاش برای جلوگیری از ایجاد بستر مناسب عملیات پکتین می باشد .

21 . Imbibation

□□ . خیاط زاده ثمره / یاراحمدی مهدی (الف) ، ۱۳۹۰ : ۸ .

□□ . اسماعیل زاده ، ۱۳۸۱ : ۱۰ .

پکتین به صورت مورد در بخش پالایش تولید شکر سفید و در بدنه اول اشباع به دلیل شرایط مناسب، توانایی ایجاد عملکرد مفیدی در شربت لیکور را دارد. این توانایی، ایجاد واکنش با کاتیون های کلسیم دار و رسوب کردن سریع تر لخته است. البته ممکن است ، که این رسوبات به وسیله عناصری مانند آنتی اسکالانت مورد تاثیر قرار گیرند. □□

همچنین به دلیل وجود تاثیرات دارویی مثبت ماده پکتین در لخته کردن مواد گوناگون به ویژه خون ، تولید این ماده توسط واحدهای قندسازی می تواند مورد توجه قرار گیرد. تولید پکتین به دلیل وجود درصد بالای آن در تفاله های چغندر و نیشکر از منظر نظری امکان پذیر است. امید است ، که تولید این ماده ، روزی در کشور ما ایران به تحقق بیوندد.

منابع :

۱. آرتورشارپ دیوید ویلیام ، فرهنگ شیمی ، ترجمه دکتر عیسی یآوری ، انتشارات فاطمی ، چاپ سوم ، ۱۳۸۱ .
۲. اسماعیل زاده کناری رضا ، تکنولوژی قند ، نشر علوم کشاورزی ، چاپ اول ، گرگان ، ۱۳۸۱ .
۳. خیاط زاده ثمره / یاراحمدی مهدی (الف) ، هدفمند کردن یارانه ها و تاثیر آن بر سوخت کوره های بخار در کارخانه های نیشکری ، سی و سومین همایش سالانه قند ایران ، مشهد مقدس ، مرداد ۱۳۹۰ .
۴. یاراحمدی مهدی ، خودمانایی بلور ساکاروز ، اولین همایش ریاضیات کاربردی ایران ، فیروزآباد فارس ، ۲ آذرماه ۱۳۹۰ .
۵. یاراحمدی مهدی / خیاط زاده ثمره / اکبریان آزاده ، نشاسته ، آلفاآمیلاز و فرضیه یاراحمدی - خیاط زاده - اکبریان ، مجله سندیکای قند ایران ، شماره ۲۰۶ ، مردادشهریور ۱۳۹۰ .

6. Henry George Liddell, Robert Scott, "A Greek-English Lexicon", at Perseus

7. H.D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle , Food Chemistry , Springer , Berlin ; April 2004.

8. G. Eisenbrand , P. Schreier , RÖMPP Lexikon Lebensmittelchemie , Thieme , Stuttgart , Mai 2006 ,

9. Yablokov, Alexey V. Chernobyl Consequences of the Catastrophe for People and the Environment. New York Academy of Sciences, 2009

10. Braconnot, Henri. Keppler, Frank et al. Methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions. Nature 439 .

نگارندگان :

• علی رحمانی

- کارشناس ارشد شیمی تجزیه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز ، کارشناسی شیمی کاربردی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گچساران
- شماره تماس : ۰۹۱۶۳۰۵۱۳۶۸
- پست الکترونیکی : Proline.1940@yahoo.com
- آدرس : شرکت کشت و صنعت واحد حکیم فارابی ، (۰۶۱۱ ۳۴۳۵۲۰۱)

• مهدی یاراحمدی

- دانشجوی دکتری تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران ، ایران
- شماره تماس : ۰۹۱۶ ۶۰۰ ۲۶۸۸
- پست الکترونیکی : Anubis3125@yahoo.com
- آدرس : اهواز - کیانپارس - صندوق پستی : ۶۰۵ - ۶۱۵۵۵

• فروغ شعبی زاده

- کارشناس شیمی کاربردی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گچساران
- شماره تماس : ۰۹۱۶ ۶۰۲ ۲۹۷۲
- پست الکترونیکی : fo.shoaibizadeh@yahoo.com
- آدرس : شرکت کشت و صنعت واحد حکیم فارابی ، (۰۶۱۱ ۳۴۳۵۲۴۵)

در صورت نیاز به هر گونه اصلاح لطفاً با **مهدی یاراحمدی** تماس بگیرید .