بهینه‌سازی استخراج سلولز از خمیر چغندرقند

Optimization of cellulose extraction from sugar beet pulp

بابک بابائی[1]*، محمد عبداللهیان نوقابی[2]، حمید نوشاد[1] و سعید واحدی[1]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۲۴

ب. بابائی، م. عبداللهیان نوقابی، ح. نوشاد و س. واحدی. ۱۳۹۰. بهینه‌سازی استخراج سلولز از خمیر چغندرقند. **مجله چغندرقند ۲۷(۲): ۱۹۷-۲۱۰**

چکیده

سلولز یکی از مواد اولیه مورد نیاز صنایع می‌باشد که به‌طور وسیع در تهیه رنگ‌ها، کاغذ، نساجی، کشاورزی، محصولات آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد. تفاله و مازاد خمیر چغندرقند در مرحله عیارسنجی یکی از منابع سلولز به‌شمار می‌آید. این طرح با هدف بررسی امکان تولید سلولز از تفاله یا مازاد خمیر چغندرقند در مرحله عیارسنجی به‌صورت آزمایش فاکتوریل (۲×۳×۳) بر پایه طرح کرت‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. به این منظور ابتدا مازاد خمیر چغندرقند نمونه‌های عیارسنجی شده جمع‌آوری، شسته، خشک و آسیاب شد. سپس نمونه آسیاب شده توسط اسید کلریدریک ۰/٦ نرمال در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت هیدرولیز و با آب در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت مخلوط گردید تا پکتین و ترکیبات پکتینی موجود به‌صورت محلول از مخلوط جدا شدند. باقی‌مانده تفاله در این مرحله را پس از شستشو و خشک کردن به نسبت یک گرم تفاله و ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سود در سه سطح با غلظت ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد (w/v)، در سه مدت زمان تأثیر سود شامل هشت، ۱۰ و۱۲ ساعت و دمای تأثیر سود در دو سطح ۲۵ و ٤٥ درجه سانتی‌گراد تیمار گردیدند تا پلی‌ساکاریدهای محلول در محیط قلیایی از سلولز جدا شوند. صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق شامل خلوص نسبی، ویسکوزیته و جرم ملکولی سلولز استخراجی بودند. نتایج نشان داد اثر غلظت سود و مدت هم‌زدن و اثر متقابل این دو عامل بر صفت خلوص نسبی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. به‌علاوه مشخص گردید که بین تیمارهای مورد بررسی سلولز استخراج شده توسط تیمار سود و غلظت پنج درصد در مدت همزدن ۱۲ ساعت و دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری از شرایط کیفی بهتری برخوردار است به‌طوری که میانگین صفات خلوص نسبی ۹۵/۲ درصد، ویسکوزیته ۱۵/۹ میلی‌پاسکال در ثانیه و جرم‌ملکولی ۲۵۵۰۰۰ گرم بر مول به‌دست آمد که از سایر تیمارهای مورد بررسی به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. بنابراین با این روش می‌توان سلولزی با خلوص نسبی ۹۵/۲ درصد از تفاله چغندرقند به‌دست آورد.

واژه‌های کلیدی: استخراج، تفاله چغندرقند، خلوص نسبی، سلولز، مازاد خمیر عیارسنجی، ویسکوزیته

۱- مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات چغندرقند- کرج * - نویسنده مسئول babak_babaee@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات چغندرقند- کرج

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سلولز پلیمری است طبیعی با وزن ملکولی بالا، متشکل از زنجیره‌های D – گلوکز که با پیوندهای بتا ۱-۴ گلوکوزیدی به هم متصل شده‌اند (Krik and Othmer 1967). این پلیمر در اسکلت یا ساختار محافظ گیاهان دیده می‌شود و فراوان‌ترین ماده آلی بر روی کره زمین می‌باشد (Lynd et al. 2002). سلولز دارای ویژگی‌های متنوعی است که از جمله آن‌ها می‌توان به کشش بالا، قابلیت جذب آب بدون نشان دادن رطوبت و جاذب گرما اشاره کرد. این ویژگی‌ها موجب شده تا از سلولز در ساخت رنگ، پارچه، کاغذ به‌طور مستقیم و به‌صورت مشتقات آن در پزشکی (سلولز استات فتالات)، صنایع نظامی (نیترو سلولز)، تولید سلفون، نوشابه‌های انرژی‌زا، قند مصنوعی، الکل و غیره استفاده نمایند (Alexandridis 2009). درصد سلولز در محصولات کشاورزی متفاوت است به‌طوری که سلولز در سبزیجات ۳۳، کتان ۹۰ و در چوب ۵۰ درصد است (Alexandridis 2009). به‌طور معمول سلولز از خمیر چوب، الیاف کوتاه و چسبیده پنبه، تفاله سویا، ساقه نیشکر، تفاله چغندرقند و ... به‌دست می‌آید. به دلایل اقتصادی کاربردهای سلولز استخراج شده از منابع مختلف یکسان نیست به‌طور مثال در تهیه کاغذ از سلولز چوب استفاده می‌شود (Franz and Blaschek 1990). سلولز استخراج شده از تفاله چغندرقند کاربردهای فراوانی در کروماتوگرافی غربال ملکولی، ژل کروماتوگرافی، رفراکتومتر تفریقی و نشان‌گر نور لیزر با زاویه کم دارد (Hirrin et al. 1996; Kennedy et al. 1995; Pang and Rudin 1992; Sun et al. 2001).

تفاله چغندرقند یکی از محصولات فرعی کارخانه‌های قند است حدود چهار الی پنج درصد وزن‌تر ریشه چغندرقند را تفاله تشکیل می‌دهد (VanderPoel et al. 1998). مقدار سلولز تفاله چغندرقند بین ۲۲ تا ۳۰ درصد متغییر می‌باشد (Couglan et al. 1985). تفاله خشک چغندرقند دارای ۱/۱ چربی، ۸/۹۲ پروتئین، ۳/۷۲ خاکستر و ۸۶/۲۶ درصد پلی‌ساکاریدها است (Togrul and Arsalan 2003, Finkenstadt and Willet 2007). پلی‌ساکاریدهای موجود در تفاله چغندرقند شامل سلولز، همی‌سلولز و مواد پکتیک می‌باشند (Poor sead and Sajadi 1985). پکتین و ترکیبات پکتینی به روش اسیدی قابل استخراج هستند (Fishman et al. 2008)، همی‌سلولز محلول در محیط قلیایی بوده و با کمترین مقدار پکتین به روش قلیایی استخراج می‌شود (Sun and Hughes 1999) بخش سلولزی در آب و در محلول‌های یک درصد اسیدی و قلیایی غیرقابل حل است ولی در محلول سود ۱۰ درصد و محلول شوایتزر (محلول سولفات مس آمونیاکی) حل می‌شود (Kamide 2005). همی‌سلولز علاوه‌بر حلالیت در محلول‌های یک درصد اسیدی به کمک حرارت در آب داغ نیز حل می‌شود (Poor sead and Sajadi 1985).

Archive of SID

www.SID.ir

تاکنون روش‌های متعددی جهت استخراج سلولز از تفاله چغندرقند به‌کار گرفته شده است که از جمله می‌توان به استخراج سلولز توسط سود سوزآور بعد از استخراج پکتین اشاره کرد (Togrul and Arsalan 2003; Fishman et al. 2008).

طیف اشعه X، کربن NMR و طیف مادون قرمز روش‌های مناسب برای تعیین ساختمان سلولز است (Zugenmaier 2008). از بین روش‌های مذکور براساس امکانات موجود طیف مادون قرمز برای شناسایی گروه‌های عاملی سلولز استخراج شده استفاده شد (Togrul and Arsalan 2003).

آمار منتشره توسط انجمن صنفی کارخانجات قند و شکر کشور نشان می‌دهد که مقدار تفاله تولیدی در کارخانه‌های قند کشور در سال ۱۳۸۸ حدود ۱۳۱۲۶۶ تن به ازای چهار میلیون تن چغندرقند مصرفی گزارش شده است (Unknown 2009). تفاله چغندرقند عموماً جهت خوراک دام مورد استفاده قرار می گیرد (Ashraf 2009). از طرفی طبق آمار مرکز تجارت جهانی در سال ۲۰۰۹ میزان واردات مواد سلولزی برای کشور ایران حدود ۲/۲ میلیون دلار گزارش شده است (Unknown 2009). بنابراین در این تحقیق با توجه به قیمت مناسب و فراهم بودن تفاله در کارخانه‌های قند امکان استفاده از تفاله چغندرقند به عنوان منبع مناسبی جهت استخراج سلولز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق جهت استخراج سلولز از خمیر چغندرقند به‌صورت آزمایش فاکتوریل (۳×۳×۲) بر پایه طرح کرت‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. غلظت‌های سود در سه سطح ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد (Kamide 2005)، مدت زمان تأثیر سود بر تفاله در سه سطح ۸ ، ۱۰ و۱۲ ساعت و دمای تأثیر سود بر تفاله در دو سطح ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد بود (Togrul and Arsalan 2003). در این تحقیق ابتدا پکتین موجود در تفاله خشک حاصل از خمیر چغندرقند به روش پیش هیدرولیز اسیدی جدا شد (Ferdinand and Babaei and Hosseinkhah 2006; steven 1991 ;Dinand et al. 1999). سپس پلی‌ساکاریدهای محلول در محیط قلیایی جدا شدند تا سلولز بدست آید. به این منظور ابتدا مازاد خمیر چغندرقند در مرحله عیارسنجی که دارای بافت نرم و هموژن هستند، جمع‌آوری گردید. برای حذف قندها، مواد معدنی و آلی موجود در آن، چهار بار و هر بار با ۱۰ برابر وزن خمیر، آب داغ (درجه حرارت ۸۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد) به خمیر اضافه و به مدت سه دقیقه مخلوط شدند (Sheikholaslami 1997). با شستشوی خمیر و حذف مواد محلول در آب، تفاله به‌دست آمد. تفاله به مدت ۱۶ ساعت در ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد خشک (Lescure 1998) و با مش ۵۰ آسیاب شد (Togrul and Arsalan 2003). برای تعیین کیفیت تفاله به‌دست آمده در این مرحله صفات پروتئین (۶/۲۵ ×

Archive of SID

www.SID.ir

نیتروژن کل) به روش کجلدال(Kjeldhal Method)، چربی توسط دی‌اتیل‌اتر به‌روش گراویمتری و خاکستر با سوزاندن نمونه در ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌روش گراویمتری در سه تکرار اندازه‌گیری و بر حسب درصد گزارش شدند (Hossieni 1990 ; Faithfull 2002). تعیین کل پلی‌ساکاریدهای تفاله با جمع کردن مقدار پروتئین، چربی و خاکستر و کم کردن از ۱۰۰ به‌دست آمد (Togrul and Arsalan 2003, Finkenstadt and Willet 2007).

برای جداسازی پکتین از تفاله، یک قسمت تفاله خشک شده را با ۲/۵ قسمت اسید کلریدریک ۰/۶ نرمال مخلوط و به‌مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت ۴۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا تفاله هیدرولیز شود و برای غیرفعال کردن آنزیم پکتیناز ۱۰ برابر وزن تفاله هیدرولیز شده آب به آن اضافه و به مدت یک ساعت در درجه حرارت ۸۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد هم زده شد و مخلوط حاصله صاف گردید (Ferdinand and Steven 1991). محلول زیر صافی حاوی پکتین و تفاله باقی‌مانده حاوی سلولز و پلی‌ساکاریدهای محلول در محیط قلیایی بود که در دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس به مدت ۱۶ ساعت خشک گردید (Lescure 1998). در این مرحله تفاله باقی‌مانده به نسبت یک گرم تفاله و۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سود در سه سطح ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد با زمان همزدن در سه سطح ۸ ، ۱۰ و ۱۲ ساعت و دمای هم‌زدن در دو سطح ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد، مخلوط شدند (Togrul and Arsalan 2003). انتخاب تیمارهای سود با توجه به حلالیت سلولز در محلول ۱۰ درصد سود انتخاب شد و در مدت زمان هم‌زدن سود با تفاله برای جلوگیری از اکسایش به مخلوط سولفیت سدیم اضافه شد تا غلظت آن در مخلوط یک درصد شود (Dinand et al. 1999b). پس از انجام عملیات هم‌زدن آن بخش از تفاله که در محلول سود حل نشد سلولز استخراجی نام گرفت و بخش حل شده پلی‌ساکاریدهای محلول بودند (Fishman et al. 2009). سلولز استخراجی پس از جداسازی شستشو، و در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ ساعت خشک و توزین شد (Lescure 1998). صفات اندازه‌گیری شده در این مرحله شامل طیف مادون قرمز، ویسکوزیته و جرم ملکولی سلولز استخراجی بود (Togrul and Arsalan 2003). برای تعیین خلوص نسبی سلولز استخراجی، سطح زیر نمودار طیف مادون قرمز تمامی نمونه‌های سلولز استخراجی با طیف مادون قرمز سلولز خالص شرکت مرک آلمان با شماره ۳۲۳۰ توسط نرم‌افزار دستگاه FTIR (Fourier transform infrared spectroscopy) مقایسه گردید. برای اندازه‌گیری

Archive of SID
www.SID.ir

صفت ویسکوزیته از سلولز استخراجی محلول ۲/۵ گرم بر لیتر تهیه شد (Kamide 2005) و توسط ویسکومتر بروکفیلد (Brokfeild) با اسپیندل شماره ۲ در دمای ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد و سرعت گردش اسپیندل در محلول ۱۱۰ دور در دقیقه ویسکومتری شد. تعیین جرم ملکولی سلولز از رابطه $\eta_i = 2.313\times10^{-6}$ (Mw,ave) 0.7665 استفاده شد. به طوری که η_i ویسکوزیته کاهش یافته و $M_{w,ave}$ متوسط جرم ملکولی سلولز بود (Togrul and Arsalan 2003).

نتایج

تجزیه تفاله خشک حاصل از خمیر چغندرقند قبل از اعمال تیمارها نشان داد که مقدار چربی ۰/۷۳، پروتئین ۹/۰۸، خاکستر ۵/۳۱ و پلی‌ساکاریدها ۸۴/۸۸ درصد بود. مقایسه این نتایج با نتایج اعلام شده توسط توگرل و ارسلان (2003) نشان می‌دهد که میانگین درصد خاکستر تفاله چغندرقند مورد آزمایش ۱/۵۹ درصد بیشتر و درصد پلی‌ساکاریدهای موجود آن ۱/۳۸ درصد کمتر است (Togrul and Arsalan 2003). این نتایج با نتایج ارائه شده توسط فینکنشتات و ویلت نیز مطابقت دارد (Finkenstadt and willet 2007).

بررسی نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان می دهد که اثر غلظت سود بر سلولز، سلولز محاسبه شده، ویسکوزیته محلول سلولز و جرم ملکولی سلولز در سطح یک درصد و بر صفت خلوص نسبی در سطح پنج درصد معنی دار است. اثر مدت همزدن بر صفات ویسکوزیته و جرم ملکولی سلولز در سطح یک درصد و بر صفت خلوص نسبی در سطح پنج درصد و اثر دمای همزدن بر صفات سلولز، سلولز محاسبه شده، ویسکوزیته محلول سلولز و جرم ملکولی سلولز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تأثیر متقابل دو تیمار غلظت سود و مدت همزدن بر صفات ویسکوزیته محلول سلولز و جرم ملکولی سلولز در سطح یک درصد و بر صفت خلوص نسبی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل دو تیمار مدت و دمای همزدن بر صفات سلولز، سلولز محاسبه شده و دانسیته محلول سلولز در سطح یک درصد و اثر متقابل دو تیمار غلظت سود و دمای همزدن بر صفت سلولز و سلولز محاسبه شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سه تیمار غلظت سود، مدت و دمای هم‌زدن بر صفات سلولز، سلولز محاسبه شده نسبت به شاهد، ویسکوزیته محلول سلولز و جرم ملکولی سلولز در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ تجزیه واریانس اثر تیمارهای غلظت سود، مدت و دمای هم زدن بر برخی از صفات اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		سلولز	سلولز محاسبه شده نسبت به شاهد	ویسکوزیته محلول سلولز	جرم ملکولی سلولز	نسبت سطح زیر پیک به سطح زیر پیک نمونه خالص (خلوص نسبی)
غلظت سود	۲	۱۷۷ **	۶۳ **	۰/۱۷ **	۱/۴۲ **	۳/۶ *
مدت همزدن	۲	۱/۶ ns	۱/۳ ns	۰/۲۱ **	۱/۶۸ **	۵/۱ *
دمای همزدن	۱	۸۰ **	۶۱ **	۰/۱۸ **	۱/۴۸ **	۱/۰۸ ns
غلظت سود × مدت همزدن	۴	۱/۵۶ ns	۱/۸ ns	۰/۰۹ **	۷/۶ **	۳/۴ *
مدت × دمای همزدن	۲	۵/۹۱ **	۶/۱ *	۰/۰۴ ns	۰/۳۲ ns	۲/۰۷ ns
غلظت سود × دمای همزدن	۲	۱۰/۰۴ **	۹/۷۰ **	۰/۰۲ ns	۰/۱۵ ns	۲/۶ ns
غلظت سود × مدت × دمای همزدن	۴	۲/۵۵*	۴/۱۱ *	۰/۰۷ *	۵/۵*	۱/۱ ns
میانگین مربعات خطا	۳۶	۰/۷۸	۱/۱۶	۰/۰۱۸	۰/۱۶	۱/۰۶
درصد ضریب تغییرات (CV)		۳/۶	۳/۵۲	۰/۸	۱۹/۹۱	۱/۱

ns * ، ** ، به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال۵ و ۱درصد

بررسی میانگین اثر متقابل دو عامل غلظت سود و مدت هم‌زدن در جدول ۲ نشان داد که افزایش غلظت سود از ۲/۵ به پنج درصد موجب افزایش معنی‌دار خلوص نسبی است به‌طوری که بیشترین مقدار خلوص نسبی به‌طور معنی‌داری مربوط به تیمار سود پنج درصد است ولی این افزایش برای غلظت ۷/۵ درصد معنی‌دار نبود. اثر مدت هم‌زدن نیز نشان از افزایش معنی‌دار خلوص نسبی سلولز از هشت به ۱۰ ساعت بود ولی بین دو مدت هم‌زدن ۱۰ و ۱۲ ساعت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین با توجه به نتایج، مناسبترین خلوص نسبی سلولز با اطمینان معنی‌دار آماری مربوط به تیمار سود با غلظت پنج درصد و مدت همزدن ۱۰ و ۱۲ ساعت است.

جدول ۲ گروه‌بندی میانگین‌های اثر متقابل دو عامل غلظت سود و مدت هم‌زدن بر صفت خلوص نسبی

غلظت سود (درصد) \ مدت همزدن (ساعت)	۸	۱۰	۱۲	میانگین
۲/۵	۰/۹۳۲ dc	۰/۹۳۷ bdc	۰/۹۳۲ dc	۰/۹۳۴ b
۵	۰/۹۲۷ d	۰/۹۴۸ ab	۰/۹۵۲ a	۰/۹۴۳ a
۷/۵	۰/۹۳۹ a-d	۰/۹۳۸ a-d	۰/۹۴۴ abc	۰/۹۴۱ ab
میانگین	۰/۹۳۳ b	۰/۹۴۱a	۰/۹۴۳ a	

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون و ردیف بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی میانگین اثر متقابل سه عامل غلظت، مدت هم‌زدن و دما در جدول ۳ برای صفات سلولز استخراجی و سلولز محاسبه شده نشان داد که با افزایش غلظت سود از ۲/۵ به ۵ و ۷/۵ درصد برای هر سه زمان ۸، ۱۰ و ۱۲ ساعت و دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد موجب کاهش سلولز استخراجی و سلولز محاسبه شده بود. به‌طوری که بیشترین مقدار سلولز استخراجی با ۲۹/۹۸ درصد مربوط به تیمار ۲/۵ درصد سود با هشت ساعت هم‌زدن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین مقدار با ۲۰/۹۳ درصد مربوط به تیمار ۷/۵ درصد سود با ۱۲ ساعت هم‌زدن در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد بود. در خصوص صفات ویسکوزیته و جرم ملکولی افزایش غلظت سود از ۲/۵ تا ۵ درصد موجب افزایش این دو صفت بود ولی افزایش سود برای غلظت ۷/۵ درصد موجب کاهش معنی‌دار صفات ویسکوزیته و جرم ملکولی نبود.

بررسی اثر تیمار مدت هم‌زدن محلول‌های سود و تفاله نشان داد که برای یک غلظت سود و در یک دما با افزایش مدت هم‌زدن از ۸ به ۱۰ و ۱۲ ساعت مقدار صفات سلولز و سلولز محاسبه شده کاهش معنی‌دار نشان نداد. در خصوص صفات ویسکوزیته و جرم ملکولی افزایش مدت هم‌زدن برای تیمار سود با غلظت ۲/۵ درصد برای هر دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد موجب افزایش معنی‌دار بود ولی برای سود با غلظت پنج درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش غلظت سود تا ۷/۵ درصد موجب کاهش معنی‌دار دو صفت ویسکوزیته و جرم ملکولی بود.

بررسی دمای استخراج سلولز نشان داد که افزایش دمای هم‌زدن از ۲۵ به ۴۵ درجه سانتی‌گراد برای سه غلظت ۲/۵ ، ۵ و ۷/۵ درصد سود برای هشت ساعت هم‌زدن موجب کاهش معنی‌دار مقدار سلولز استخراجی و سلولز محاسبه شده بود و این روند با افزایش مدت هم‌زدن تا ۱۰ ساعت برای دو غلظت ۲/۵ و پنج درصد سود ادامه داشت ولی برای ۱۲ ساعت هم‌زدن برای هر سه غلظت سود ۲/۵ ، ۵ و ۷/۵ درصد افزایش دما موجب کاهش معنی‌دار صفات سلولز استخراجی و سلولز محاسبه شده نبود. در خصوص صفات ویسکوزیته و جرم ملکولی افزایش دما برای یک غلظت سود و سه زمان هم‌زدن اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ گروه‌بندی میانگین‌های اثر متقابل سه عامل غلظت، مدت هم‌زدن و دما بر برخی از صفات اندازه‌گیری شده

تیمارها			صفات			
غلظت سود (درصد)	مدت همزدن (ساعت)	دما (سانتی‌گراد)	سلولز (درصد)	سلولز محاسبه شده نسبت به شاهد (درصد)	ویسکوزیته محلول سلولز در سود ۱۰ درصد (میلی پاسکال ثانیه)	جرم ملکولی (گرم بر مول)
۲/۵	۸	۲۵	۲۹/۹۸a	۳۴/۲۲ a	۱۵/۵ b	۱۴۰۷۰۷ b
۲/۵	۱۰	۲۵	۲۹/۰۵ab	۳۴/۱۰ a	۱۵/۵b	۱۴۰۷۰۷ b
۲/۵	۱۲	۲۵	۲۸/۴۴bc	۳۴/۱۰ a	۱۵/۹a	۲۵۵۰۳۵ a
۲/۵	۸	۴۵	۲۶/۴۲de	۳۱/۹۲ bc	۱۵/۵b	۱۴۰۷۰۷ b
۲/۵	۱۰	۴۵	۲۴/۴fg	۲۹/۸۳ def	۱۵/۹a	۲۵۵۰۳۵ a
۲/۵	۱۲	۴۵	۲۵/۳۰ef	۳۱/۰۵ cd	۱۵/۹a	۲۵۵۰۳۵ a
۵	۸	۲۵	۲۷/۳۵cd	۳۳/۲۸ ab	۱۵/۶ab	۱۷۸۸۱۶ ab
۵	۱۰	۲۵	۲۵/۵۷ef	۳۱/۲۷ cd	۱۵/۹a	۲۵۵۰۳۵ a
۵	۱۲	۲۵	۲۴/۴۰fg	۳۰/۶۶ cde	۱۵/۶ab	۱۷۸۸۱۶ ab
۵	۸	۴۵	۲۲/۲۰hi	۲۸/۲۹ fg	۱۵/۹a	۲۵۵۰۳۵ a
۵	۱۰	۴۵	۲۳/۰۷hg	۲۸/۲۷ fg	۱۵/۹a	۲۵۵۰۳۵ a
۵	۱۲	۴۵	۲۳/۹۶fg	۳۰/۴۸ cde	۱۵/۹a	۲۵۵۰۳۵ a
۷/۵	۸	۲۵	۲۱/۸hi	۲۹/۴۳ def	۱۵/۵b	۱۴۰۷۰۷ b
۷/۵	۱۰	۲۵	۲۱/۲۱ij	۲۸/۸۲ efg	۱۵/۶ab	۱۷۸۸۱۶ bc
۷/۵	۱۲	۲۵	۲۱/۲۵ij	۲۸/۸۸ efg	۱۵/۶ab	۱۷۸۸۱۶ ab
۷/۵	۸	۴۵	۱۹/۷۶۰j	۲۷/۰۶ g	۱۵/۵b	۱۴۰۷۰۷ b
۷/۵	۱۰	۴۵	۲۱/۱۰ij	۲۹/۲۹ def	۱۵/۹a	۲۵۵۰۳۵ a
۷/۵	۱۲	۴۵	۲۰/۹۳ij	۲۹/۳۹ def	۱۵/۵b	۱۴۰۷۰۷ b

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بحث

همان‌طوری که نتایج نشان داد افزایش غلظت سود از ۲/۵ به ۵ و ۷/۵ درصد موجب کاهش درصد سلولز به‌دست آمده بود. این نتیجه احتمالاً می‌تواند تحت تأثیر انحلال پلی‌ساکاریدهای محلول در محیط قلیایی باشد (Sun and Hughes 1999). از طرفی انتخاب غلظت مناسب سود باید به گونه‌ای باشد تا کمترین مقدار سلولز در محلول سود حل شود زیرا محلول سود ۱۰ درصد توانایی انحلال ۹۰ درصد سلولز را دارد (Kamide 2005). اختلاف دو ستون سلولز به‌دست آمده و سلولز محاسبه شده نسبت به شاهد

Archive of SID

www.SID.ir

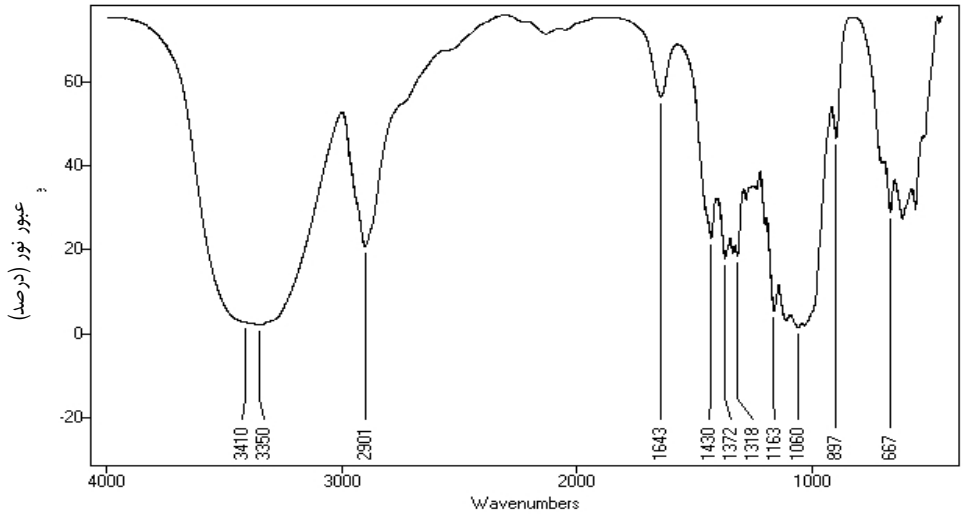
در جدول ۵ برای سود با غلظت ۲/۵ ، ۵ و ۷/۵ درصد به ترتیب ۵ ، ۶ و ۸ درصد به‌دست آمد که افزایش عددی این اختلاف احتمالاً می‌تواند ناشی‌از انحلال بخشی از سلولز در محلول سود باشد. از سوی دیگر همان‌طوری که اشاره شد اعمال تیمارهای سود پس از جداسازی پکتین از تفاله چغندرقند با هدف جداسازی پلی‌ساکاریدهای محلول در محیط قلیایی یا به عبارتی افزایش خلوص نسبی سلولز استخراجی است. افزایش غلظت سود از ۲/۵ به ۵ درصد به‌طور معنی‌دار موجب افزایش خلوص نسبی سلولز استخراجی بود ولی افزایش غلظت سود از ۵ به ۷/۵ درصد موجب افزایش معنی‌دار خلوص نسبی سلولز استخراجی نبود (جدول ۲). بررسی صفات ویسکوزیته و جرم ملکولی نیز نشان دادکه مقدار این دو صفت برای تیمار سود با غلظت پنج درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از سود با غلظت ۷/۵ درصد است (جدول ۳) و این نتیجه احتمالا می تواند ناشی از انحلال بخشی از سلولز استخراجی در محلول سود ۷/۵ درصد باشد. بنابراین محلول سود ۵ درصد قابل توصیه است.

در خصوص انتخاب بهترین مدت هم‌زدن توجه به صفت خلوص نسبی در جدول ۲ نشان داد که ۱۰ و ۱۲ ساعت هم‌زدن به‌طور معنی‌دار بیشتر از هشت ساعت هم‌زدن است. از طرفی بررسی صفات ویسکوزیته و جرم ملکولی نشان از اختلاف معنی‌دار این صفات برای ۱۰ و ۱۲ نسبت به هشت ساعت هم‌زدن بود. بنابراین بین تیمارهای مورد بررسی ۱۰ و ۱۲ ساعت هم‌زدن بهتر می‌باشند.

همان‌طوری که نتایج جدول ۳ نشان داد با افزایش دما مقدار سلولز استخراجی به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. این بدان معنی است که کاهش وزن سلولز استخراجی احتمالاً ناشی‌از انحلال پلی‌ساکاریدهای محلول در محیط قلیایی باشد (Sun and Hughes 1999). افزایش معنی‌دار صفات ویسکوزیته و جرم ملکولی برای دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد احتمالاً می‌تواند ناشی از انحلال بهتر پلی‌ساکاریدهای محلول تفاله چغندرقند باشد. به‌طوری که برای دمای ۴۵ درجه سلسیوس و غلظت سود پنج درصد مقدار ویسکوزیته ۱۵/۹ میلی‌پاسکال در ثانیه و جرم ملکولی حدود ۲۵۵۰۰۰ گرم بر مول به‌دست آمد.

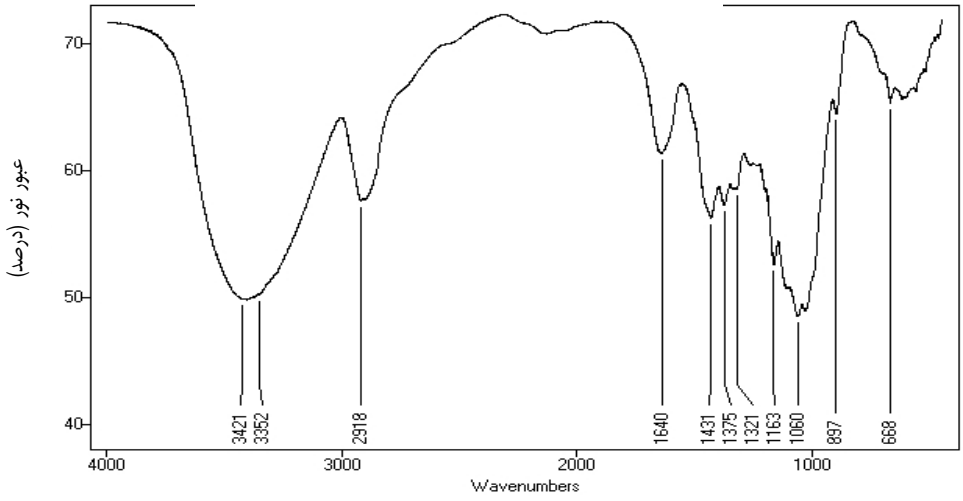
Archive of SID

www.SID.ir



طول موج (یک بر سانیمتر)

الف- سلولز خالص



طول موج (یک بر سانیمتر)

ب- سلولز حاصل از تیمار پنج درصد سود، ۱۲ ساعت اختلاط و ۴۵ درجه سلسیوس

شکل ۱ طیف مادون‌قرمز الف- سلولزخالص و ب- سلولز حاصل از تیمار پنج درصد سود، ۱۲ ساعت اختلاط و ۴۵ درجه سانتی‌گراد

www.SID.ir

توجه به طیف مادون‌قرمز الف و ب در شکل ۱ که مربوط به سلولز خالص و سلولز حاصل از تفاله چغندرقند نشان می‌دهد که پیک حدود ۶۷۰ (Cm^{-1}) نشان‌دهنده عامل OH است و پیک حدود۹۰۰ (Cm^{-1}) برای هر دو شکل الف و ب نشان‌دهنده پیوند گلیکوزیدی است. پیک ۱۰۶۰ (Cm^{-1}) نشان‌دهنده پیوند C-OH، پیک ۱۱۶۳ (Cm^{-1}) نشان‌دهنده پیوند C-O و C-O-C ، پیک ۱۳۷۵ (Cm^{-1}) نشان‌دهنده پیوند C-H، پیک ۱۴۳۰ (Cm^{-1}) نشان‌دهنده پیوند CH_2، پیک ۱۶۴۰ (Cm^{-1}) نشان‌دهنده پیوند -O- کششی و پیک ۳۳۰۰–۳۵۰۰ (Cm^{-1}) نشان‌دهنده پیوند OH کششی است. به‌علاوه مقایسه سطح زیر نمودار دو طیف الف و ب در شکل ۱ تطابق ۹۵/۲ درصد را نشان داد و این نتایج با نتایج به‌دست آمده (شکل ۱) توسط توگرل و ارسلان مطابقت داشت (Togrul and Arsalan, 2003).

در جمع‌بندی با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و راندمان ۹۵/۲ درصدی سلولز استخراجی نسبت به سلولز خالص بین تیمارهای مورد بررسی تیمار سود با غلظت پنج درصد با مدت هم‌زدن ۱۲ ساعت و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد برای تولید سلولز بهتر بود و احتمالاً می‌توان سلولزی با خلوص نسبی ۹۵/۲ درصد از تفاله چغندرقند به‌دست آورد.

منابع مورد استفاده:

References:

Alexandridis P. Cellulose by Kisar Bittar CE 435. 2009; http:// www.coursehero.com/file/2196424/Bloom.

Ashraf A. The proposed package of supporting revolution of sugar industry in Iran. Iran Center for Research and Education in Sugar Industry. 2009, No: 225. (In Persian)

Babei B, Hosseinkhah R. Extraction Pectin of Sugar Beet Pulp. Research Report, Agricultural Engineering Research and Sugar Beet Seed Institute; 2006. No: 503. (In Persian, abstract in English).

Couglan MP, Mehra RK, Considine, PJ, O' Rorke A, Puls J. Scarification of agricultural residues by combined cellulolytic and pectinolytic enzyme systems. Biotechnology bioengineering symposium; 1985; 15: 447-458.

Archive of SID

www.SID.ir

Dinand E, Chanzi H, Vignon MR. Suspension of cellulose micro fibrils from sugar beet pulp. Food Hydrocolloids; 1999 a; 13: 275–283.

Dinand E, Chanzi H,Vignon MR, Maureaux A, Vincent I. Microfibrillated cellulose and method for preparing a microfibrillated cellulose. Patent 1999b; US 5964983.

Faithfull NT. Methods in agricultural chemical analysis: A practical handbook. Printed and bound in the UK by Biddles Ltd, Guildford and King's Lynn. 2002; pp 289.

Ferdinand LG, Steven NC. Process for production pectin with high to medium methoxyl content from beet pulp. Patent 1991; US 5071970.

Finkenstadt VL, Willett JL. Evaluation of Poly (lactic acid) and Sugar Beet Pulp Green. J Polym Environ. 2007; 15: 1-6.

Fishman ML, Chau HK, Cooke PH, Hotchkiss AT. Global structure of microwave-assisted flash-extracted sugar beet pectin. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2008; 56: 1471–1478.

Fishman ML, Chau, HK, Cooke PH, Yadav MP, Hotchkiss AT. Physico- chemical characterization of alkaline soluble polysaccharides from sugar beet pulp. Food Hydrocolloids. 2009; 23: 1554-1562.

Franz G, Blaschek W. Cellulose, in methods in plant biochemistry. Academic Press HarcourtBrace Janovich, London. Carbohydrates. 1990; Vol. 2, 291-322.

Hirrin M, desbrieres J, Rinaudo M. Physical properties of methylcellulose in relation with the conditions for cellulose modification. Carbohydrate Polymers. 1996; 31: 243-252.

Hossieni Z. Usually method in analyzing food. Shiraz university, 1990 Chapter 2, 142 papers. (in persian)

Archive of SID

www.SID.ir

Kennedy JF, Rivera ZS, Lioyd LL, Warner FP, Silva MPC. Determination of the molecular weight distribution hydroxyethylcellulose by gel permeation chromatography. Carbohydrate polymers, 1995; 26: 31-34.

Kamide K. Cellulose and cellulose derivatives. Hardbound, 2005; 652 pages.

Krik, RE, Othmer DF. Cellulose. Encyclopedia of Chemical Technology1967; (4) 593-683.

Lescure JP. Beet Sugar Processing. The International Commission for Uniform Methods of sugar Analysis (ICUMSA) 1998; 157-159.

Lynd RL, Weimer PJ, Vanzyl WH, Pretorius IS. Microbial cellulose utilization. Fundamentals and biotechnology. Microbiol Mol Biol Rev. 2002; 66: 506 577.

Pang S, Rudin A. Use of continuous viscometer and light scattering detector in characterization of polyolefin's: comparisons of data for individual and combined detectors. Journal of Applied Polymer Science, 1992; 46: 763-773.

Poor sead B, Sajadi A. Technology of sugar production from sugar beet. Iranian Syndicate of sugar industry, 1985; 530 papers. (in Persian)

Sheikholaslami R. Laboratory methods and quality control in food processing. Mersa Ltd, 1997; 342 papers. (in Persian)

Sun RC, Hughes S. Fractional isolation and physico-chemical characterization of alkali-soluble polysaccharides from sugar beet pulp. Carbohydrate Polymers. 1999; 38: 273–281.

Sun RC, Fang JM, Tomkinson J, Geng ZC, Liu JC. Fractional isolation, physicochemical characterization of homogeneous esterification of hemicelluloses from fast growing poplar wood. Carbohydrate Polymers, 2001; 44: 29-39.

Togrul H, Aesalan N. Flow properties of sugar beet pulp cellulose and intrinsic viscosity–molecular weight relationship. Carbohydrate Polymers. 2003; 54: 63–71.

Unknown. Sugar beet production. Iranian Syndicate of sugar industry 2009. (in persian)

Archive of SID

www.SID.ir

http://www.isfs.ir.

Unknown. Pulps of other fibrous cellulosic material. International center trade 2009 http://www.intracen.org.

Vander Poel PW, Schiweck H, Schwartz T. Sugar Technology Beet and Cane Sugar Manufacture. Verlag Dr. Albert Bartens KG 1998, 1125 PP.

Zugenmaier P. History of cellulose research. In Timell TE and Wimmer R. (Eds).Crystalline Cellulose and Derivatives: Characterization and Structures. Springer Verlag Berlin Heidelberg. 2008; 7-46.

Archive of SID

www.SID.ir