فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۳ شماره ۴، صفحه ۶۱۶-۶۰۶، (۱۳۹۷)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJWPR.2019.124044.1503
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0913.1397.33.606.65.4.1575.1610

ارزیابی ویژگی‌های خمیرکاغذ ساخته شده از ساقه ذرت با فرایندهای مونواتانول آمین و سولفیت قلیایی

محمد بشیر ترابیان[۱]، بهزاد بازیار[۲*] و محمد طلایی‌پور[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، دانشکده صنایع چوب و کاغذ، تهران، ایران، پست الکترونیک: behzad1351@yahoo.com

۳- استادیار، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، دانشکده صنایع چوب و کاغذ، تهران، ایران

تاریخ دریافت:آبان ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۷

چکیده

این تحقیق به پخت مونواتانول آمین با غلظت ۵۰٪ و پخت سولفیت قلیایی با قلیاییت ۱۸٪ برای ساخت خمیرکاغذ از ساقه ذرت می‌پردازد. ترکیب هیدروکسید سدیم و سولفیت سدیم در نسبت‌های ۷۰:۳۰ به‌عنوان تیمار سولفیت قلیایی و ترکیب آب و مونواتانول آمین با نسبت ۵۰:۵۰ به‌عنوان تیمار مونواتانول آمین به‌منظور تیمارهای شاهد انتخاب گردیدند. میزان وازده در طی هر سه فرایند به علت اینکه بسیار اندک و قابل توزین نبود، حذف گردید. همچنین شرایط پخت به‌عنوان عوامل متغیر به این ترتیب انتخاب شد: زمان در سه سطح ۹۰،۶۰،۳۰ دقیقه و دما در سه سطح ۱۲۵، ۱۴۵ و ۱۶۵ درجه منظور گردید و نسبت مایع پخت به ماده اولیه (۱ به ۴) ثابت بود. خمیرکاغذ تولیدشده با مونواتانول آمین ۵۰٪ دارای کمترین بازده کل (۳۶/۱۲) و عدد کاپا (۱۷/۹۳) است. در تیمار سولفیت قلیایی مشاهده شد که با کاهش دما و افزایش زمان به‌عنوان عوامل متغیر مقدار بازده کل کاهش و عدد کاپا افزایش می‌یابد؛ به‌طوری‌که بیشترین شاخص ترکیدن (۶/۷۸) مربوط به پخت با دمای ۱۲۵ درجه و زمان ۶۰ دقیقه می‌باشد. همچنین در تیمار مونواتانول آمین به این نتیجه رسیدیم که با افزایش دما و کاهش زمان بازده کل کاهش یافته و همچنین با افزایش دما و زمان عدد کاپا کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که به‌ترتیب بیشترین شاخص کشش (۳۸/۲۶) و پارگی (۱۰/۷۷) مربوط به پخت با دمای ۱۶۵ درجه و زمان ۹۰ دقیقه و ۱۴۵ درجه و ۶۰ دقیقه به‌دست‌آمده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که فرایند مونواتانول آمین/آب (۵۰:۵۰) می‌تواند به‌صورت موفقیت‌آمیزتری برای ساخت کاغذ از ساقه ذرت اجرا شود و ویژگی‌های خمیرکاغذهای تولیدی به‌ویژه از نظر مقاومت‌های مکانیکی و عدد کاپا، در حالت اختلاط با آب، برتر از فرایند سولفیت قلیایی و سودا به‌صورت ترکیبی و تنها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ساقه ذرت، مونواتانول آمین، سولفیت قلیایی، عدد کاپا، مقاومت‌های مکانیکی.

مقدمه

در سال های اخیر تقاضا برای خمیرکاغذ و کاغذ در بسیاری از کشورها افزایش چشمگیری پیدا کرده، به‌ویژه در کشورهایی که کمبود منابع جنگلی دارند. با توجه به بررسی‌های به‌عمل‌آمده تولید و مصرف انواع کاغذ و مقوا در کشور و در جهان رو به افزایش است. در سال ۲۰۱۴ حدود ۴۰۰ میلیون تن کاغذ و مقوا در سطح جهان تولید شده است که در این میان، آسیا سریع‌ترین رشد را در تولید داشته و پیش‌بینی می‌شود که مصرف جهانی کاغذ تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۵۰۰ میلیون تن خواهد شد (FAO, 2014). از سوی دیگر با افزایش جمعیت، فشار بر روی جنگل‌ها و سایر منابع چوبی افزایش یافته و باعث تخریب این مناطق حیاتی

Archive of SID

www.SID.ir

شده است. ازاین رو به دلیل منابع محدود جنگلی و رو به تحلیل رفتن این منابع، اتکا به منابع موجود برای تولید کاغذ و خمیرکاغذ منطقی به نظر نمی‌رسد. با توجه به تقاضای بازار و فشارهای زیست محیطی، منابع تأمین ماده اولیه صنایع خمیرکاغذ از چوب به مواد غیرچوبی و پسماندهای کشاورزی گرایش پیدا کرده است، زیرا ازجمله ویژگی‌های مهم الیاف غیرچوبی خمیرکاغذ با ساختمان بازتر و نفوذپذیری آسان‌تر مواد شیمیایی به داخل بافت آنها است که جبران نسبت طول به قطر کمتر الیاف را از منابع غیرچوبی کرده، ازاین‌رو این موارد از کیفیت کاربردی مناسب در تولید کاغذ برخوردار هستند. بعلاوه درصد لیگنین مواد اولیه غیرچوبی کمتر از پهن‌برگان و سوزنی‌برگان و درصد پنتوزان‌های آنها بیشتر از سوزنی‌برگان است. در بین محصولات زراعی، ذرت از لحاظ سطح زیر کشت، مقام سوم را در دنیا دارد. به‌طوری‌که براساس آمارهای موجود در سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی با تولید ۶۰۰ میلیون تن و عملکرد ۴۲۹۶ کیلوگرم در هکتار، نسبت به برنج و گندم برتری نشان می‌دهد و در ایران نیز در سال زراعی ۸۶-۸۵ سطح زیر کشت، تولید و عملکرد آن به‌ترتیب ۳۰۷ هزار هکتار، ۲/۳۶۳ میلیون تن و ۷۶۹۷ کیلوگرم در هکتار بوده است. فرایندهای سنتی تولید خمیرکاغذ از پسماندهای کشاورزی از محدودیت فنی و زیست محیطی رنج می‌برند. یکی از مهمترین چالش‌های تولید خمیرکاغذ با استفاده از فرایندهای رایج قلیایی از پسماندهای کشاورزی، عدم وجود سیستم بازیابی مناسب می‌باشد که علاوه بر هدر رفتن مواد شیمیایی و بروز مشکلات زیست‌محیطی امکان رقابت این فرایندها با فرایندهای مدرن خمیرکاغذسازی از چوب و پیشرفت‌های حاصل را در این صنعت از نظر اقتصادی و فناوری دشوار نموده است. علت اصلی، عدم وجود سیستم بازیابی مناسب در کارخانه های خمیرکاغذ بر مبنای پسماندهای کشاورزی و وجود سیلیس زیاد در این مواد خام می‌باشد. به‌طورکلی فرایندهای سودا، سولفیت قلیائی و کرافت می‌توانند برای تولید خمیرکاغذ از منابع لیگنوسلولزی غیرچوبی مورد استفاده قرار گیرند. خانواده اتانول آمین‌ها شامل سه نوع مختلف می‌شود: دی اتانول آمین (DEA)، مونو اتانول آمین (MEA) و تری اتانول آمین (TEA). به دلیل اینکه خانواده اتانول‌آمین ها ترکیبی از خصوصیات دو گروه الکل و آمین می‌باشد، این گروه دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی هستند که واکنش‌های دو گروه را شامل می‌شود. به‌عنوان آمین تا حدودی قلیایی هستند و در واکنش با اسیدها نمک تولید می‌کنند و صابونی می‌شوند و از سوی دیگر به‌عنوان الکل خاصیت آب‌دوستی دارند و می‌توانند استری شوند. Heidari (۲۰۱۰) MEA می‌تواند به‌عنوان یکی از مشتقات آمونیاک که در آن اتم هیدروژن با یک گروه *اتیل الکل* جایگزین شده است یا به‌صورت فراورده افزایشی آمونیاک به اکسید اتیلن در نظر گرفته شود و به‌علت داشتن گروه آمینی بازی و گروه هیدروکسی که دارد هم به صورت آمین و هم به صورت الکل عمل نماید. در حالت آمین به‌صورت قلیا و بازی (pH برابر با ۱۳/۸) عمل می‌کند. Jahan latibari (۱۹۹۶) ویژگی‌های کاغذسازی ساقه ذرت دانه‌ای را با دو روش خمیر سازی کرافت و سودا مورد مطالعه قرار داد. در این بررسی میانگین طول و قطر سلول، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف ساقه ذرت به‌ترتیب برابر ۰/۹۱ میلی‌متر، ۲۰/۱۲ ، ۱۰/۴۳ و ۵/۳ میکرون اندازه‌گیری شد. ترکیبات شیمیایی شامل سلولز لیگنین خاکستر و مواد محلول در آب گرم و مواد استخراجی محلول در سود سوزآور ۱ درصد به‌ترتیب ۴۴/۶۶ ،۲۱/۲۴ ،۵/۵، ۱۳/۴ و ۳۵/۹۱ درصد گزارش شده است. بازده، عدد کاپا و درجه روانی خمیرکاغذ سودا قبل از پالایش به‌ترتیب ۴۰/۵ درصد، ۴۶/۹ و ۶۰۱ میلی‌لیتر (استاندارد کانادایی) و مقادیر مشابه برای خمیرکاغذ کرافت به‌ترتیب ۴۷/۵ درصد، ۷۳/۵ و ۵۹۷ میلی‌لیتر تعیین شد. طول پاره شدن خمیرکاغذ کرافت زیادتر از خمیرکاغذ سودا تعیین‌شده و سایر مقاومت‌ها مشابه بودند.

Wise (۱۹۳۹) در تحقیقی که تحت تأثیر مونواتانول آمین (MEA) جوشان در خلال ۲ تا ۶ ساعت بود، نشان داد که ابتدا لیگنین دیواره ثانویه و بعد لیگنین لایه میانی و دیواره اولیه حل می شود که موجب جدایی بافت سلولی

Archive of SID

www.SID.ir

چوب می‌گردد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های ساقه ذرت مورد آزمایش از مزارع اطراف استان البرز (نظرآباد) تهیه شد. حدود ۳۰ کیلوگرم ساقه ذرت تازه از مزرعه جمع‌آوری شد، ابتدا برگ و خاشاک و مغز اسفنجی‌مانند نمونه‌های جمع‌آوری‌شده جدا گردید. سپس برای انجام آزمایش‌ها و انجام عملیات پخت به قطعاتی به طول سه تا پنج سانتیمتر توسط دستگاه برش[1] تبدیل گردیدند و برای رسیدن به رطوبت تعادل در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند. نمونه‌ها پس از رسیدن به رطوبت تعادل برای جلوگیری از تبادل رطوبتی و تغییر میزان رطوبت، داخل کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شدند. مقدار رطوبت نمونه‌های تمامی کیسه‌ها اندازه‌گیری شد. در طول آزمایش‌ها پس از برداشت در کیسه بسته می‌شد تا مقدار رطوبت نمونه‌ها در شرایط برابر باشد.

مونواتانول آمین نیز از پالایشگاه اراک و در ظروف دربسته و تیره رنگ به مقدار ۵۰ لیتر تهیه گردید و در شرایط ایزوله به آزمایشگاه منتقل شد.

در این پخت مونواتامول آمین/آب با نسبت ۵۰:۵۰ و پخت سولفیت قلیایی با قلیاییت ۱۸٪ برای خمیرکاغذسازی از ساقه ذرت استفاده شد. لازم به ذکر است که نسبت تمام مواد شیمیایی در تمام تیمارها بر مبنای وزن خشک ساقه ذرت بوده است. برای تمامی تیمارها دما (۱۴۵، ۱۲۵ و ۱۶۵) و زمان (۳۰،۶۰ و ۹۰) دقیقه متغیر می‌باشد. مقدار ساقه ذرت برای هر پخت برابر با ۵۳ گرم بر مبنای وزن خشک و نسبت وزنی مایع پخت به ساقه ذرت ۱ به ۴ در نظر گرفته‌شده است.

برای پخت ساقه ذرت از دیگ پخت (دایجستر) آزمایشگاه خمیرکاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران که مجهز به ترموستات برای تنظیم دماست استفاده گردید. ساقه ذرت در داخل محفظه پخت به مدت ۳۰ دقیقه تحت آغشتگی با مایع پخت قرار گرفت، پس از گذشت زمان فوق درب محفظه دیگ محکم بسته شد و پس از اینکه دمای گلیسیرین دیگ پخت به حد مورد نظر (حداکثر ۱۶۰ درجه) رسید محفظه‌ها در داخل دیگ پخت قرار گرفتند و عملیات پخت انجام گردید.

پس از انجام هر پخت، محفظه‌ها را باز کرده و پس از سرد کردن آن (به‌وسیله رها کردن سیلندر در داخل حوضچه آب سرد)، محتویات آن را بر روی الک با اندازه سوراخ ۲۰۰ مش تخلیه کرده تا مایع پخت از ساقه ذرت پخته شده جدا شود و بعد با استفاده از آب تحت‌فشار خمیرکاغذهای تولید شده کاملاً شستشو داده شد. به‌منظور جدا کردن دسته‌های الیاف و تبدیل ساقه ذرت پخته شده به الیاف از یک جداکننده الیاف آزمایشگاهی استفاده گردید. دوباره خمیرکاغذ حاصل بر دو الک با اندازه سوراخ ۱۸ مش و ۲۰۰ مش (الک ۱۸ مش بر روی الک ۲۰۰ مش قرار می‌گیرد) شستشو داده شد.

بعد از پایان هر پخت و شست‌شوی خمیرکاغذ و بعد از خشک‌کردن آنها در هوای آزاد بازده کل بعد از پخت، بازده بعد از غربال و میزان وازده اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری عدد کاپا از استاندارد شماره ۰۶- T ۲۳۶ om آئین‌نامه TAPPI استفاده شده است. با اندازه‌گیری بازده کل، بازده بعد از غربال و عدد کاپای تیمارهای مختلف تعدادی از تیمارها به‌عنوان خمیرکاغذهای مطلوب انتخاب شدند. خمیرکاغذهای انتخاب‌شده ابتدا توسط دستگاه همزن آزمایشگاهی دفیبره شد، سپس پالایش نهایی خمیرکاغذها طبق آیین‌نامه شماره T ۲۴۸ om-۸۸ استاندارد TAPPI توسط دستگاه پالایشگر آزمایشگاهی PFI انجام گردید (درجه روانی CSF(ml) ۵۰± ۳۰۰ مورد نظر بود)؛ سپس تعیین درصد خشکی خمیرکاغذ طبق آیین‌نامه شماره D.67 استاندارد کانادایی انجام شد.

ساخت کاغذ دست‌ساز بر اساس استاندارد TAPPI آیین‌نامه شماره ۸۸ ـ T ۲۴۸ om و با استفاده از دستگاه Labtech HandSheet Maker انجام شد. در این تحقیق ساخت کاغذ ۶۰ گرمی مدنظر بود. شاخص مقاومت به پاره شدن طبق آئین‌نامه شماره T ۴۱۴ om-۸۸ استاندارد TAPPI

1- Cutter

Archive of SID
www.SID.ir

اندازه‌گیری شد. شاخص مقاومت به کشش طبق استاندارد TAPPI و آئین‌نامه شماره T 494 om-06 با استفاده از دستگاه tensile tester که قادر است بر روی یک نمونه کاغذ با اندازه استاندارد (طول ۱۵ cm و پهنا ۱۵ mm) مقدار مقاومت در برابر کشش را تعیین کند، انجام شد. برای اندازه‌گیری شاخص مقاومت به ترکیدن مطابق استاندارد شماره T 403 om- 91 آیین‌نامه TAPPI انجام شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب بلوک‌های تصادفی با استفاده از تکنیک تجزیه واریانس انجام گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

در این قسمت به نتایج و یافته‌هایی از قبیل اثرهای متقابل هر تیمار (عدد کاپا، بازده کل) و همچنین آنالیز پخت‌های اصلی از هر تیمار برای تعیین مقاومت‌هایی از قبیل شاخص مقاومت به کشش. پارگی و ترکیدن می‌پردازیم. در جدول ۱ میانگین طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره به همراه ضرایب کاغذسازی الیاف ساقه ذرت نشان داده‌شده است.

جدول ۱- ضرایب بیومتریک الیاف ساقه ذرت

طول الیاف (میلی‌متر)	قطر حفره (میکرومتر)	قطر الیاف (میکرومتر)	ضخامت دیواره الیاف (میکرومتر)	ضرایب بیومتری		
				ضریب لاغری ٪	ضریب انعطاف‌پذیری ٪	ضریب رانکل ٪
۱/۶۸	۸/۴۲	۲۳/۶۴	۵/۲۶	۵۹/۸	۵۶/۱	۱۲۴/۹۴

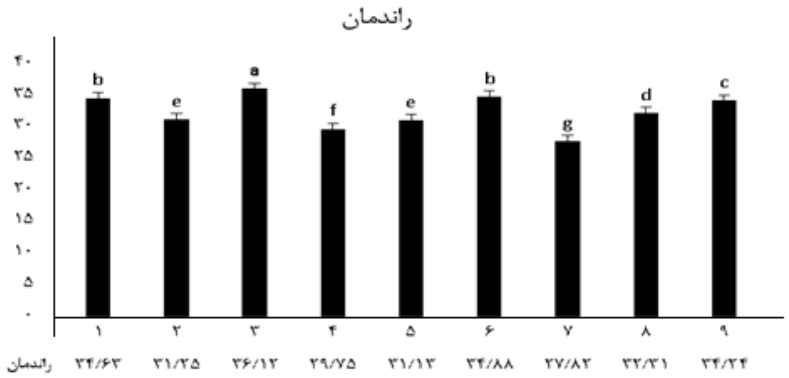
نتایج گروه پخت‌های مونواتانول آمین/آب از نظر اثرهای متقابل

بازده کل

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس حکایت از این دارد که بازده کل در سطح ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد. گروه‌بندی دانکن بازده کل خمیرکاغذ در اثر تغییر نسبت‌های دما و زمان را که در شکل ۱ نشان داده‌شده است، بیانگر این مطلب است که بازده کل خمیرکاغذ حاصل از پخت با دمای ۱۲۵ درجه و زمان ۹۰ دقیقه دارای بیشترین بازده (۳۶/۱۲) بوده و در گروه a قرارگرفته و دارای اختلاف معنی‌داری با دیگر گروه‌هاست و کمترین بازده (۲۷/۸۲) مربوط به دمای ۱۶۵ درجه و زمان ۳۰ دقیقه می‌باشد. این گروه‌بندی نشان می‌دهد که با کاهش زمان و افزایش دما مقدار بازده کل ۳۰٪ کاهش یافته است. یکی از ویژگی‌های بارز مونواتانول آمین حفظ همی‌سلولزهای ماده لیگنوسلولزی در جریان فرایند خمیرکاغذسازی است که این امر منتج به افزایش بازدهی خمیرکاغذ تولیدی می‌گردد و به‌همین دلیل مونواتانول آمین به دلیل داشتن بازده بالا مقاومت‌های مشابه با خمیرکاغذهای حاصل از پخت‌های منابع لیگنوسلولزی دارد.

Archive of SID

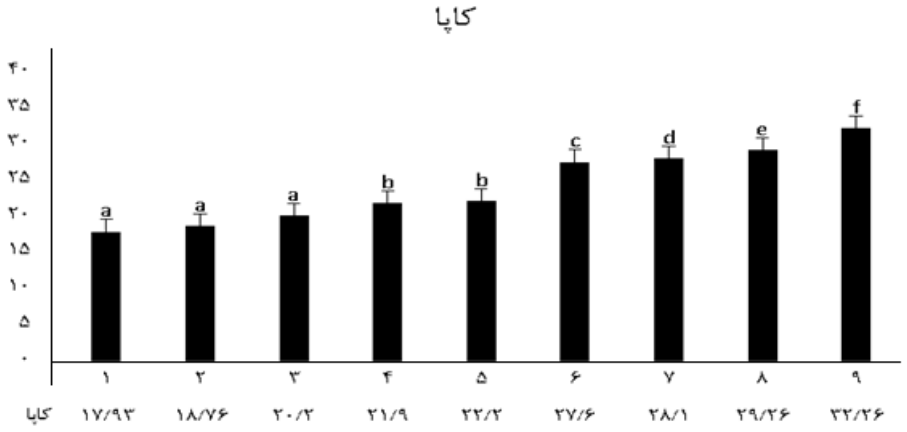
www.SID.ir



شکل ۱- گروه‌بندی دانکن بازده کل خمیرکاغذ در نسبت‌های مختلف دما و زمان MEA/H_2O

عدد کاپا

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس حکایت از آن دارد که عدد کاپا در سطح ۹۹٪ معنی‌دار نمی‌باشد و همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود بیشترین مقدار (۳۲/۲۶) عدد کاپا مربوط به پخت با دمای ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه می‌باشد و کمترین مقدار (۱۷/۹۳) در پخت با دمای ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد و زمان ۹۰ دقیقه دیده می‌شود که در گروه a قرار می‌گیرد؛ و می‌توان دریافت که تأثیرات دما و زمان مذکور بر عدد کاپا مورد نظر معنی‌دار نمی‌باشد. بر این اساس می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که با افزایش دما عدد کاپا ۸۰٪ کاهش می‌یابد. یکی دیگر از علل بالا رفتن عدد کاپا که افزایش لیگنین‌زدایی را هم در پی دارد افزایش گزینش‌پذیری پخت با مونواتانول آمین می‌باشد.



شکل ۲- گروه‌بندی دانکن عدد کاپای خمیرکاغذ در نسبت‌های مختلف دما و زمان MEA/H_2O

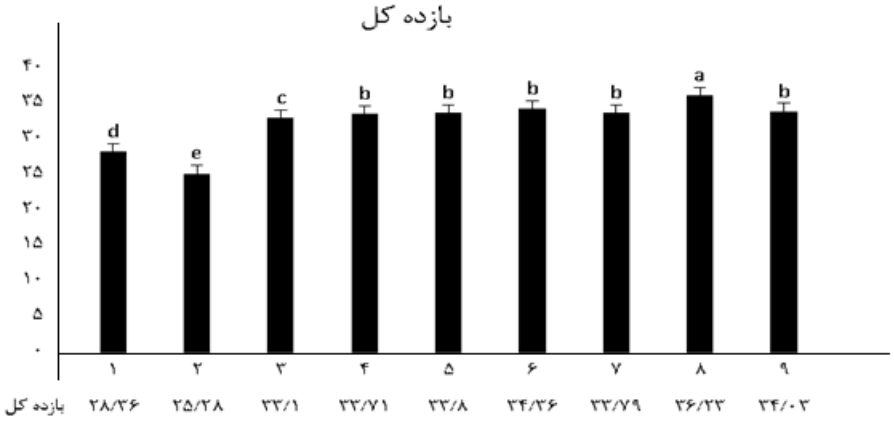
نتایج گروه پخت‌های سولفیت قلیایی از نظر اثرهای متقابل

بازده کل

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس حکایت از آن دارد که بازده کل در سطح ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد. گروه‌بندی دانکن بازده کل خمیرکاغذ در اثر تغییر نسبت‌های دما و زمان که در شکل ۳ نشان داده‌شده است، بیانگر این مطلب است که بازده کل خمیرکاغذ حاصل از پخت با دمای ۱۶۵

www.SID.ir

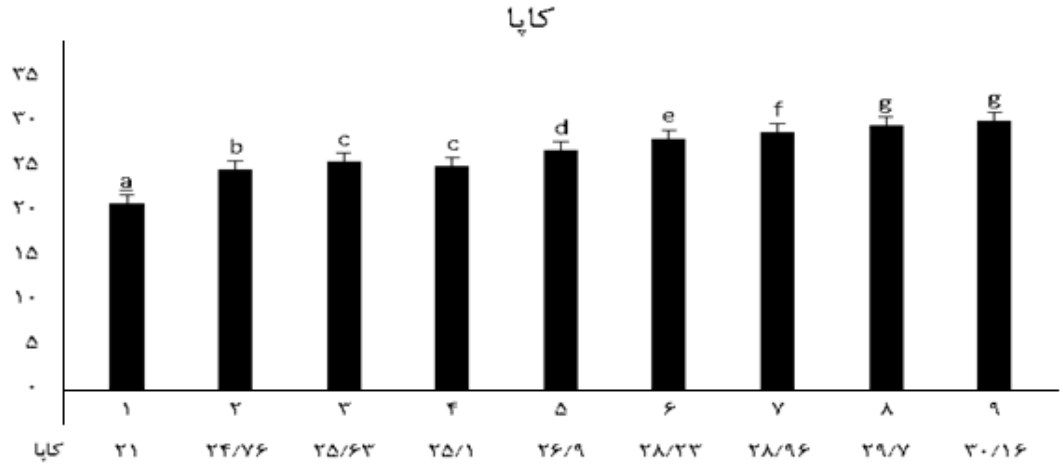
درجه و زمان ۶۰ دقیقه دارای بیشترین بازده (۳۶/۲۳) بوده و کمترین بازده (۲۵/۲۸) مربوط به دمای ۱۲۵ درجه و زمان ۶۰ دقیقه می‌باشد. این گروه‌بندی نشان می‌دهد که با کاهش دما مقدار بازده کل ۴۳٪ کاهش می‌یابد.



شکل ۳- گروه‌بندی دانکن بازده کل خمیرکاغذهای سولفیت قلیایی در نسبت‌های مختلف دما و زمان

عدد کاپا

طبق جدول تجزیه واریانس شکل ۴ اثر تغییرات دما و زمان در پخت سولفیت قلیایی بر عدد کاپا در سطح ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد و در آن بیشترین مقدار (۳۰/۱۶) عدد کاپا مربوط به پخت با دمای ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه می‌باشد و کمترین مقدار (۲۱) در پخت با دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه دیده می‌شود. بر این اساس می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که با افزایش دما عدد کاپا ۷۲٪ کاهش می‌یابد. همچنین به علت اینکه سولفیت قلیایی گزینش‌پذیری پایینی نسبت به لیگنین دارد لیگنین‌زدایی با این ماده کمی دشوار می‌باشد. درنتیجه با کاهش مقدار لیگنین در فرایندهای سولفیت نیز می‌توان کاهش معناداری را در عدد کاپا مشاهده نمود. این امر می‌تواند در تولید خمیرکاغذ رنگ‌بری شده کمک شایانی نماید.



شکل ۴- گروه‌بندی دانکن عدد کاپای خمیرکاغذهای سولفیت قلیایی در نسبت‌های مختلف دما و زمان

www.SID.ir

با توجه به مقدار عدد کاپا و میانگین بازده کل خمیرکاغذهای انتخابی به‌منظور ساخت کاغذ دست‌ساز دارای مشخصات زیر می‌باشند.

جدول ۲- خمیرکاغذهای انتخابی از پخت مونواتانول آمین /آب برای ساخت کاغذ دست‌ساز

عدد کاپا	بازده کل ٪	زمان (دقیقه)	دما (سانتی‌گراد)	آب ٪	مونواتانول ٪ امین	شماره خمیر
۱۶/۷	۳۴/۳۵	۹۰	۱۶۵	۵۰	۵۰	۹
۱۸	۳۴/۰۸	۹۰	۱۶۵	۵۰	۵۰	۱۸
۱۹/۱	۳۴/۳۱	۹۰	۱۶۵	۵۰	۵۰	۲۷

جدول ۳- مشخصات خمیرکاغذهای انتخابی از پخت سولفیت قلیایی برای ساخت کاغذ دست‌ساز

عدد کاپا	بازده کل ٪	زمان (دقیقه)	دما (سانتی‌گراد)	هیدروکسیدسدیم (گرم)	سولفیت سدیم (گرم)	شماره خمیر
۱۹	۳۳/۸۱	۶۰	۱۲۵	۶/۳۶	۴/۳۶	۲
۲۱/۴	۳۳/۴۹	۶۰	۱۲۵	۶/۳۶	۴/۳۶	۱۱
۲۲/۶	۳۳/۸۳	۶۰	۱۲۵	۶/۳۶	۴/۳۶	۲۰

مقایسه پخت‌های بهینه از نظر مقاومت‌های مکانیکی

پس از ساخت کاغذ و انجام آزمون‌های مقاومت مکانیکی بر روی آنها، مقایسه بهترین نتایج در مطالب زیر آورده شده است.

شاخص مقاومت به ترکیدن

با توجه به تحلیل آماری و جدول تجزیه واریانس بهترین نتیجه میانگین شاخص مقاومت به ترکیدن مربوط به پخت سولفیت قلیایی با دمای ۱۴۵ درجه و زمان ۳۰ دقیقه (۶/۷۸) می‌باشد و در گروه a قرار می‌گیرد و می‌توان گفت که نتیجه معنی‌دار است. همچنین با توجه به تحلیل آماری و جدول تجزیه واریانس بهترین نتیجه میانگین شاخص مقاومت به ترکیدن مربوط به پخت مونواتانول آمین/آب با دمای ۱۶۵ درجه و زمان ۹۰ دقیقه (۶/۱۸) می‌باشد و در گروه a قرار می‌گیرد و می‌توان گفت که در گروه خودش معنی‌دار نیست.

شاخص مقاومت به پارگی

مقاومت در برابر پاره شدن به عواملی از قبیل طول الیاف، تعداد الیافی که در معرض پاره شدن قرار دارند و شدت و مقاومت ذاتی الیاف وابسته است. افزایش اتصالات بین فیبرها و مقاومت بیشتر آنها به افزایش مقاومت در برابر پاره شدن می‌انجامد. مهمترین ویژگی مؤثر مقاومت در برابر پاره شدن، طول الیاف است. با زیادشدن طول نسبت به قطر الیاف، میزان درهم‌رفتگی الیاف بیشتر شده و مقاومت پاره شدن نیز افزایش می‌یابد. با توجه به تحلیل آماری و جدول تجزیه واریانس بهترین نتیجه میانگین شاخص مقاومت به پارگی مربوط به پخت سولفیت قلیایی با دمای ۱۴۵ درجه و زمان ۳۰ دقیقه (۹/۳۹) می‌باشد و در گروه a قرار می‌گیرد؛ بنابراین با توجه به اختلاف معنی‌دارش با تیمارهای دیگر

Archive of SID

www.SID.ir

می‌توان گفت که نتیجه معنی‌دار می‌باشد. همچنین با توجه به تحلیل آماری و جدول تجزیه واریانس بهترین نتیجه میانگین شاخص مقاومت به پارگی مربوط به پخت مونواتانول آمین/آب با دمای ۱۶۵ درجه و زمان ۹۰ دقیقه (۱۰/۷۷) می‌باشد و در گروه a قرار می‌گیرد که با توجه به اختلاف معنی‌دارش با تیمارهای دیگر می‌توان گفت که نتیجه معنی‌دار است.

شاخص مقاومت به کشش

با توجه به تحلیل آماری و جدول تجزیه واریانس بهترین نتیجه میانگین شاخص مقاومت به کشش مربوط به پخت سولفیت قلیایی با دمای ۱۴۵ درجه و زمان ۳۰ دقیقه (۳۲/۰۶) می‌باشد و در گروه a قرار می‌گیرد و با دیگر تیمارها اختلاف معناداری دارد. همچنین با توجه به تحلیل آماری و جدول تجزیه واریانس بهترین نتیجه میانگین شاخص مقاومت به کشش مربوط به پخت مونواتانول آمین/آب با دمای ۱۶۵ درجه و زمان ۹۰ دقیقه (۳۷/۹۸) می‌باشد و در گروه a قرار می‌گیرد و با دیگر تیمارها اختلاف معناداری ندارد.

بحث

بازده

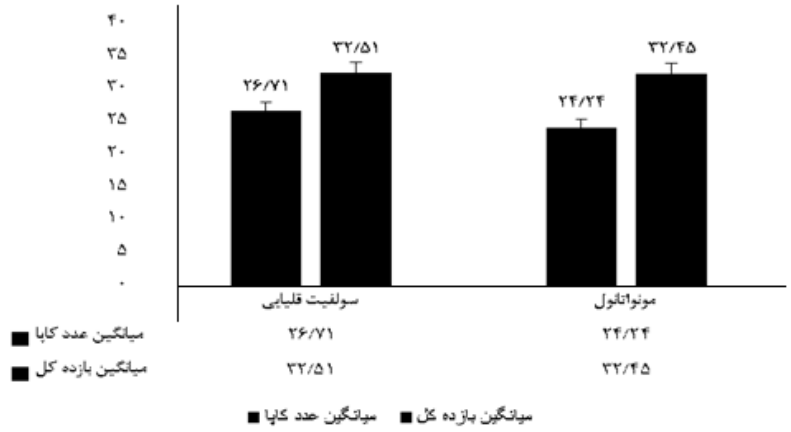
یکی از ویژگی‌های بارز مونواتانول آمین حفظ همی‌سلولزهای ماده لیگنوسلولزی در جریان فرایند خمیرکاغذ سازی است که این امر منتج به افزایش بازدهی خمیرکاغذهای تولیدی می‌گردد. در رابطه با غلظت‌های مختلف مونواتانول آمین می توان بیان کرد که با افزایش آب به واکنش، مقدار بازده کل و مقاومت های مکانیکی کاهش می یابد که می تواند به دلیل کاهش وجود مونواتانول آمین و خروج بیشتر همی‌سلولزها باشد. در اثر زیادشدن دمای مرحله فراوری شیمیایی بازده خمیرکاغذ کاهش پیدا می‌کند. بازده زیادتر خمیرکاغذ بعد از پخت بیانگر این مطلب است که در مرحله جداسازی الیاف، مقداری نرمه تولید شده و بخشی از این نرمه‌ها از غربال عبور می‌کنند. ولی با توجه به اینکه در مقیاس بزرگ، آب صافی شده خمیرکاغذ در چرخش است، این نرمه‌ها در خمیرکاغذ باقی خواهند ماند. به‌طوری‌که با افزایش دما در پخت مونواتانول آمین/آب شاهد کاهش بازده کل بودیم اما در پخت سولفیت قلیایی این موضوع بعکس بوده و با افزایش دما شاهد افزایش بازده کل بودیم؛ که می توان علت این تغییر را گزینش‌پذیری سولفیت با دمای پخت در طی فرایند دانست. Hedjazi (۲۰۰۹) در بررسی تولید خمیرکاغذ از ساقه کلزا، در خمیر منتخب مونواتانول آمین/آب (۵۰/۵۰) همراه با افزودن ۱٪ آنتراکینون و ۱۰٪ هیدروکسید پتاسیم مقدار بازده را ۵۷/۸٪ بیان نموده است. Shirkollayi (۲۰۱۲) در بررسی تولید خمیرکاغذ از کاه جو در خمیر منتخب با مونواتانول آمین/آب (۵۰/۵۰) مقدار بازده را ۵۶/۴۸٪ گزارش کرده است.

عدد کاپا

با کاهش غلظت مونواتانول آمین عدد کاپا افزایش یافت. همچنین یک دلیل دیگر افزایش عدد کاپا مقدار لیگنین موجود در ساقه ذرت (نسبت به دیگر منابع لیگنوسلولزی) می باشد. همچنین با افزایش دما در پخت مونواتانول آمین/آب شاهد افزایش عدد کاپا بودیم اما در پخت سولفیت قلیایی این موضوع بعکس بوده و با افزایش دما شاهد کاهش عدد کاپا هستیم. همچنین در پخت مونواتانول آمین/آب گزینش‌پذیری در فرایندهای لیگنین‌زدایی و رنگ‌بری کارخانه‌ها نقش بسزایی ایفا می‌کند و این موضوع (گزینش پذیری) در مورد فرایند سولفیت قلیایی بعکس بوده و لیگنین موجود در ماده لیگنوسلولزی به‌دشواری به‌وسیله سولفیت قلیایی قابل حل شدن است. Shirkollayi (۲۰۱۲) در بررسی تولید خمیرکاغذ از کاه جو با مونواتانول آمین/آب (۵۰/۵۰) به عدد کاپای ۲۱ رسیده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- ویژگی‌های خمیرکاغذهای حاصل از فرایندهای مونواتانول آمین/آب و سولفیت قلیایی

شاخص ترکیدن

مقاومت در برابر ترکیدن به میزان نواری شدن و درهم‌رفتگی الیاف و همچنین میزان پیوند هیدروژنی بین الیاف بستگی دارد. کاهش شاخص مقاومت به ترکیدن به دلیل لیگنین‌زدایی کمتر و دسترس‌پذیری کمتر گروه‌های هیدروکسیل بوجود می‌آید. همچنین در این تحقیق به این نتیجه رسیدیم که اختلاط یک ماده شیمیایی مانند هیدروکسید سدیم به جای آب به مونواتانول آمین باعث مقاومت به ترکیدن بالاتری می شود. Hedjazi (۲۰۰۹) در این بررسی که با استفاده از کاه گندم انجام‌داده میزان شاخص مقاومت به ترکیدن را ۳/۴ (کیلو پاسکال بر مترمربع/گرم) اعلام کرده است. Heidari (۲۰۱۰) در پژوهشی که بر روی کلش برنج انجام داده میزان شاخص مقاومت به ترکیدن در خمیرکاغذ حاصل را ۳/۳۳ (کیلو پاسکال بر مترمربع/گرم) بیان نموده است.

شاخص پارگی

مقاومت به پارگی به‌صورت نیروی لازم برای پاره کردن یک قطعه کاغذ در شرایط مشخص تعریف می‌گردد. همان‌طور که می‌دانیم این مقاومت با طول الیاف رابطه مستقیم دارد، به‌طوری‌که الیاف سالم‌تر مقاومت در برابر پاره شدن زیادتری دارند. در اینجا نیز با کاهش غلظت مونواتانول آمین از مقاومت به پارگی آن کاسته می گردد. همچنین در این تحقیق به این نتیجه رسیدیم که افزایش زمان در فرایند پخت موجب افزایش این پارامتر می شود؛ مانند تیمار مونواتانول آمین /آب که با زمان ۹۰ دقیقه بیشترین (۱۰,۷) مقدار را دارد. در تحقیقی که توسط Hedjazi (۲۰۰۹) با استفاده از کاه گندم و مایع پخت مونو اتانول آمین/آب (۵۰:۵۰) انجام شد، مقدار این شاخص ۳/۶ گزارش شده است.

شاخص کشش

این عامل مربوط به دسترس‌پذیری گروه‌های هیدروکسیل موجود در الیاف و توانایی ایجاد پیوند در آنهاست، در ضمن به این نتیجه رسیدیم که با کاهش غلظت مونو اتانول آمین از شاخص مقاومت به کشش کاسته می‌شود. Mehnipoor (۲۰۱۲) در تحققی با استفاده از مایع پخت مونواتانول آمین/آب (۵۰/۵۰) همراه با افزودن ۰/۱ درصد آنتراکینون و ۱۰ درصد هیدروکسید پتاسیم بر ساقه کلزا، شاخص مقاومت به کشش را ۶۱/۹ Nm/g گزارش کرده است. Heidari (۲۰۱۰) در تحقیق خود با استفاده از کلش برنج و پخت مونواتانول آمین (۵۰٪) شاخص مقاومت به کشش را ۳۸/۴۶ به‌دست آورده است.

نتیجه‌گیری

- در رابطه با مقاومت‌های مکانیکی اختلاف معنی‌داری را در میان تیمارها مشاهده نکردیم که دلیل این موضوع را ثابت بودن ترکیب شرایط در هر فرایند و همین‌طور

Archive of SID
www.SID.ir

خصوصیات مورفولوژیک ساقه ذرت احتمال می‌دهیم.

– در اثر زیادشدن زمان در مرحله فراوری شیمیایی نیز بازده و عدد کاپا کم می‌شود.

– بازده بعد پخت، حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد بیشتر از بازده کل بعد از جداسازی الیاف است. بازده زیادتر خمیرکاغذ بعد از پخت بیانگر این حقیقت است که در مرحله جداسازی الیاف، مقداری نرمه تولید شده و بخشی از این نرمه‌ها از غربال عبور می‌کنند. ولی با توجه به اینکه در مقیاس بزرگ، آب صافی شده خمیرکاغذ در چرخش است، این نرمه‌ها در خمیرکاغذ باقی خواهند ماند.

– بیشترین بازده کل برای خمیرکاغذ مونواتانول آمین/آب (۵۰:۵۰) مربوط به پخت با دمای ۱۲۵ درجه و زمان ۹۰ دقیقه با میانگین ۳۶/۱۲٪ می‌باشد و برای خمیرکاغذ سولفیت قلیایی با قلیاییت ۱۸٪ بیشترین بازده کل مربوط به پخت با دمای ۱۶۵ درجه و زمان ۶۰ دقیقه با میانگین ۳۶/۲۳٪ است.

– کمترین عدد کاپا (۱۷/۹۳) در خمیرکاغذ مونواتانول آمین/آب (۵۰:۵۰) با دمای ۱۶۵ درجه و زمان ۹۰ دقیقه و همچنین کمترین عدد کاپا (۲۱) در خمیرکاغذ سولفیت قلیایی با قلیاییت ۱۸٪ مربوط به پخت با دمای ۱۴۵ درجه و زمان ۳۰ دقیقه می‌باشد.

– بیشترین میزان شاخص مقاومت به ترکیدن (۶/۱۱)، مقاومت به پارگی (۱۰/۷۷) و مقاومت به کشش (۳۷/۹۸) در پخت مونواتانول آمین/آب (۵۰:۵۰) با دمای ۱۶۵ درجه و زمان ۹۰ دقیقه و همچنین در پخت سولفیت قلیایی با قلیاییت ۱۸٪ می‌باشد. بیشترین شاخص مقاومت به ترکیدن (۶/۷۸)، مقاومت به پارگی (۹/۳۹) و مقاومت به کشش (۳۲/۰۶) با دمای ۱۴۵ درجه و زمان ۳۰ دقیقه به‌دست‌آمده است.

پایین بودن مقدار لیگنین ساقه ذرت این امکان را فراهم می‌کند تا با مصرف کمی مونواتانول آمین همراه با آب به عدد کاپای مطلوب با بازده مناسب دست بیابیم که این امر تسهیل‌کننده بازیابی مونواتانول آمین است. به‌طورکلی نتایج این تحقیق بیانگر ویژگی‌های بهتر و قابل رقابت خمیرکاغذ حاصل از فرایند مونواتانول آمین در ترکیب با آب در مقایسه با فرایندهای سنتی قلیایی می‌باشد. با توجه به بازده، عدد کاپا و ویژگی‌های مقاومتی (در مقایسه با انواع غیرچوبی‌ها) ساقه ذرت در میان سایر منابع لیگنوسلولزی غیرچوبی، می‌توان آن را به‌عنوان یک منبع فراوان و تقریباً در دسترس برای تولید کاغذ در کشور مورد توجه قرار داد.

هدف انجام تحقیق

مطالعه فرایند مونواتانول آمین و سولفیت قلیایی بر روی خواص مکانیکی خمیرکاغذ ساخته شده به‌وسیله ساقه ذرت می‌باشد.

سپاسگزاری

از آقای دکتر محمد احمدی به دلیل همکاری در انجام آزمایش‌های مکانیکی و همچنین از آقای دکتر بهزاد بازیار بابت راهنمایی‌هایشان در زمینه تجزیه‌وتحلیل آماری و مطالب تخصصی و همچنین از آقای دکتر علی‌اکبر ترابیان در زمینه ویرایش مقاله نهایت قدردانی و تشکر را دارم.

منابع مورد استفاده

-FAO Report (2014). WWW.FAO.org
-Hedjazi,S., Kordsachia, O., Patt, R., Latibari, A.J. and Tschirner, U., 2009. Alkaline Sulfite–Anthraquinone (AS/AQ) pulping of Wheat straw and Totally Chlorine Free (TCF) bleaching of pulps. Industrial Crops and Products, 29(1):27-36.
-Hedjazi S., O. Kordsachia, R. Pat t. and Kreipl, A., 2009. MEA/water/AQ-pulping of wheat straw. Holzforschung , Vol. 63, Issue (5), pp. 505–512
-Heidari, A., 2010. Investigation on MEA pulping of Rice straw and ECF bleaching of the pulps. College of Natural Resources, University of Tehran.
-Jahan Latibari, A., Fakhrian , A., Sepidehdam, M.J. and Aliakbarpour, M.H.,1996. Investigation on Pulping Characteristics of Corn Stalk. Pajouhesh-va-Sazandegi, 32: 1. 45-49. (In Persian)
-Mohammadi Shirkolaee, j., 2012. Investigation of MEA/KOH pulping of barely straw and ECF Bleaching of the pulp. College of Natural Resources, University of Tehran.
-Mehnipour, N., 2011. Investigation on the effect of different digester additives on pulping properties using alkaline sulfite process and TCF bleaching of selected pulps. College of Natural Resources, University of Tehran.
-Wise L.E., Peterson C.F. and Harlow W.M., 1939. The action of monoethanolamine on woody tissue: Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. Vol. 11: p 18-19

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluating the characteristics of pulp made from corn stalk with monoethanolamine and alkali sulphite pulping processes

M.B. Torabian[1], B. Baziyar[2*] and M. Talaeipoor[3]

1-Student Knowledge of Tehran University of Science Research. Senior Grade. Paper pulp orientation, Tehran, Iran
2*- Ph.D., Department of Wood and Paper Science and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Email: behzad1351@yahoo.com
3-Member of the Department of Wood and Paper Science and Technology - Deputy of Faculty of Agriculture and Natural Resources, Tehran, Iran

Received: Nov., 2018 Accepted: Feb., 2019

Abstract

This research investigates the monoethanolamine pulping with a concentration of 50% and alkali sulphite with 18% alkalinity for making pulp from corn stalks. The combination of sodium hydroxide and sodium sulphite in ratio of 70:30 as a measure of alkali sulphite and water and monoethanolamine with a ratio of 50:50 were selected as control treatments. The amount of deficiency was eliminated during all processes due to the fact that it was not minor and could not be weighed. Furthermore, the pulping conditions were chosen as variables: the process of alkali and soda sulphite was combined; time was 30:60:90 minutes at the three levels and the temperature was 125,145 and 165 degrees at the three levels; and the ratio of the baking fluid to the raw material (1 to 4) remained constant. The paper pulp produced with monovalent and 50% had the lowest amount of total efficiency (36.12) and kappa number (17.93). In alkaline sulphite treatment, it was observed that decreasing the temperature and increasing the time as variable factors, results in a decrease in the total return value and the kappa number likewise increases, so that the highest burst index (6.78) is related to baking with a temperature of 125 degrees and the total time would be 60 minutes. The results of this study show that monoethanolamine/water (50:50) can be successfully used to make paper from corn stalks, and the characteristics of the pulp of manufactured paper, especially in terms of mechanical strength and kappa number, when mixed with water; and that it is superior to the process of alkali sulphite both as a combination and by itself

Keywords: Corn stalk, monoethanolamine, alkali sulphite, kappa number, mechanical strength.

Archive of SID

www.SID.ir