بررسی ویژگی‌های خمیرکاغذ شیمیایی تهیه شده از کاه برنج به روش سولفیت فرمالدهید

کامل محمدزاده سقاواز*[۱] و حسین رسالتی[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد خمیرکاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

[۲] استاد تکنولوژی خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی اثرگذاری افزودن فرمالدهید به مایع (لیکور) سولفیت برای تهیه خمیرکاغذ از کاه برنج انجام شد. کاه برنج (رقم طارم) از شالیزارهای سلمانشهر تهیه شده و به آزمایشگاه صنایع چوب کاغذ دانشگاه گرگان برای انجام آزمایش ها منتقل شده است. شرایط پخت برای تولید خمیرکاغذ شامل دمای پخت ۱۶۰ درجه سلسیوس، زمان پخت: ۶۰،۳۰ و ۹۰ دقیقه و با مصرف مواد شیمیایی(سولفیت سدیم۱۶، ۱۸و ۲۰٪ ،فرمالدهید۴ و۶٪) بر پایه وزن ماده خشک مصرفی بوده است. به منظور بررسی اثرگذاری فرمالدهید چهار تیمار مختلف در محدوده عدد کاپای ۱۲-۱۴ گزینش شدند. از هر نوع خمیر، کاغذ دست ساز ۶۰ گرمی تهیه شد و ویژگی های مقاومتی آنها با استفاده از استاندارد TAPPI اندازه گیری شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که استفاده از فرمالدهید در مایع پخت سولفیت علاوه بر ماده فعال $CH_2OHSO_3^-$ معادل ۲ واحد هیدروکسید سدیم آزاد می‌کند. یون هیدروکسیل که باز بسیار قوی می‌باشد، به طور قابل توجهی لیگنین‌زدایی را آسان کرده و یون $CH_2OHSO_3^-$ به دست آمده نیز در واکنش با لیگنین با سولفون‌دار کردن واحدهای لیگنین سبب تسهیل در لیگنین‌زدایی و بهبود گزینش پذیری در لیگنین‌زدایی، بازده خمیرکاغذ در عدد کاپای همانند و همچنین بهبود ویژگی های مکانیکی خمیرکاغذ می‌شود.

واژه های کلیدی: کاه برنج، خمیرکاغذ، سولفیت سدیم، فرمالدهید، ویژگی های مقاومتی کاغذ

* مسئول مکاتبه: کامل محمدزاده سقاواز Email: k.mohamadzade@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

چالش‌های کنونی صنایع خمیرکاغذ دستیابی به کیفیت بهینه خمیرکاغذ و در عین حال سازگار با محیط زیست و با استفاده از مصرف کمتری آب، انرژی و مواد خام و به کمینه رساندن آلودگی ناشی از پساب‌های حاصل از پخت مواد خام و رنگبری آنها می‌باشد، به ویژه فرایند پخت مواد خام که دارای ترکیبات گوگردی است میزان زیادی پساب بسیار آلاینده را تولید می کند(به عنوان مثال فرایندهای سولفیت و کرافت)(۲). دلایل بالا لزوم استفاده از فرایندهای نو با سرمایه‌گذاری متوسط برای دستیابی به فراورده های با کیفیت کم هزینه و در عین حال سازگار با محیط زیست را می‌رساند. این امر می‌تواند با کاربرد فرایندهایی که با استفاده از حلال‌های آلی و یا اصلاح فرایندهای متداول عملیاتی شود. یکی از فرآیندهای تولید خمیرکاغذ، فرآیند شیمیایی سولفیت سدیم می‌باشد. این فرآیند که بیشتر برای تولید خمیرکاغذ از پهن برگان مورد استفاده قرار می‌گیرد، پس از فرایند کرافت از مهم‌ترین فرآیندهای شیمیایی مورد استفاده درجهان به شمار می‌رود که دارای برتری هایی نسبت به فرایند کرافت از جمله درجه روشنی اولیه بالاتر و پالایش پذیری بهتر می‌باشد.

اما از جمله نارسایی های گسترش نیافتن فرایند سولفیت سدیم بحث آلودگی و بازیابی نشدن مواد شیمیایی مصرفی می‌باشد که در مقایسه با فرایند کرافت که مواد شیمیایی مصرفی بازیابی می‌شود، باعث نفوذ گسترش آلودگی می شود (۶). حجازی (۱۳۸۴)، ویژگیهای خمیرکاغذ به دست آمده از کاه برنج به روش سودا آنتراکینون را مورد بررسی قرار داد. ایشان نتایج مقاومت‌های مکانیکی شامل طول پارگی، شاخص کشش، شاخص پارگی، شاخص ترکیدن خمیرکاغذ سودا آنتراکینون کاه برنج را به ترتیب برابر با ۷/۱۶ km ، ۷۰/۲Nm/g، ۴ mNm^2/g ، ۳/۹ $KPam^2/g$ اعلام نمود (۱). مهدوی و همکاران(۱۳۸۵)، تحقیقی در مورد بررسی ویژگیهای خمیر کاغذ اتانول-قلیا، کرافت و سودای تهیه شده از کاه گندم انجام دادند. نتایج تحقیقات نشان داد که بیشینه بازده در یک کاپای همانند در خمیرکاغذ اتانل -قلیا نسبت به دو خمیرکاغذ کرافت و سودا دارای بازده بیشتری(۸.۳ تا۱۵.۸ درصد) بود. ویژگیهای فیزیکی سه نوع خمیرکاغذ تهیه شده از کاه گندم، تفاوت محسوسی با هم نداشتند در حالی که ویژگیهای مقاومتی خمیرکاغذ اتانل - قلیا به طور عمده نسبت به دو نوع دیگر خمیرکاغذ کمتر بود (۵)Ziaie-Shirkolaee . و همکاران (۲۰۰۷)، اثرگذاری پخت دی متیل فرم آمید کاه گندم برروی تخریب سلولز و مقایسه آن با فرایند کرافت مورد بررسی قرار دادند. شرایط پخت کاه گندم با دی متیل فرم آمید شامل: (دمای ۱۹۰ ،۲۰۰ و ۲۱۰ درجه سلسیوس) و زمان (۱.۵،۲ و ۳ ساعت) و نسبت حلال آلی دی متیل فرم آمید(۵۰،۳۰ و۷۰٪) بود. نتایج نشان داده است که خمیر کاغذ با مقاومت مکانیکی بالا در دمای ۲۱۰ درجه سلسیوس، زمان ۱۵۰ دقیقه با دی متیل فرم آمید۵۰٪ بدست آمده است، دما به طور عموم در مقایسه با درصد دی متیل فرم آمید نقش کمتر داشته است. پخت دی متیل فرم آمید در مقایسه با پخت کرافت درجه پلیمریزاسیون سلولز را کمتر کاهش داده و در نتیجه خمیرکاغذ دی متیل فرم آمید دارای مقاومت مکانیکی بیشتری نسبت به خمیرکاغذ کرافت بوده است (۱۲).

Hoang Quoc Lam و همکاران (۲۰۰۱)، تولید خمیر کاغذ از کاه برنج را با استفاده از فرمیک اسید در دما، زمان های پخت و غلظت های اسید مختلف را مورد بررسی قرار دادند. ایشان درصد لیگنین زدایی نزدیک به ۸۵٪ با یک بازده ۴۴.۴ درصدی خمیر در شرایط پخت به نسبت ملایم(دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس زمان پخت ۶۰ دقیقه غلظت ۹۰٪اسید فرمیک) اعلام نمود.(۷)

L.Jimenez و همکاران (۲۰۰۰)، تولید خمیر کاغذ از کاه گندم با استفاده از فرمالدهید را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد میزان بالای هلوسلولز در مقادیر پایین لیگنین و مواد استخراجی اتانول-بنزن در شرایطی به دست می‌آید که سطوح بالای عامل های فرآیندی از جمله دما، زمان و درصد ماده شیمیایی بکار گرفته شده باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار بالای آلفاسلولز در شرایط زمان پخت دراز مدت، دمای بالا و در غلظت پایین فرمالدهید بدست می‌آید. همچنین غلظت بالای فرمالدهید در دمای پایین می‌تواند در صرفه جویی انرژی موثر باشد. بازده، pH و هلوسلولز، آلفاسلولز، لیگنین و مواد استخراجی اتانول-بنزن حساسیت بیشتری به تغییرات زمان پخت نسبت به غلظت فرمالدهید را نشان دادند.(۳)

He Wei و همکاران (۱۹۹۴)، تاثیر فرمالدهید بر خمیرسازی سولفیت قلیایی کاه گندم را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد میزان مناسب افزودن فرمالدهید به مایع ۱-۲ درصد وزن خشک ماده لیگنوسلولزی می-باشد.همچنین افزودن فرمالدهید به مایع پخت سبب شتاب در لیگنین‌زدایی و بهبود گزینش پذیری لیگنین زدایی، ویژگی‌های مقاومتی و بهبود قابلیت رنگبری خمیر به دست آمده شده است (۱۱). پژوهش پیش رو با هدف تولید خمیرکاغذی با ویژگی‌های مکانیکی بالا و همچنین برای کنترل و کاهش بار آلودگی پساب به دست آمده از پخت مواد لیگنوسلولزی با اصلاح فرایند پخت سولفیت سدیم با فرمالدهید درصدد کاهش اثرگذاری های منفی پخت مواد سلولزی که منجر به افت بازده، افت ویژگی-های مکانیکی، نوری و همچنین افزایش هزینه‌ها می‌شود انجام گرفته شد. فرمالدهید در واکنش با سولفیت‌سدیم علاوه بر ماده فعال $CH_2OHSO_3^-$ معادل ۲ واحد هیدروکسید سدیم آزاد می‌کند. یون هیدروکسیل که باز بسیار قوی می‌باشد، به طور قابل توجهی لیگنین‌زدایی را آسان کرده و یون $CH_2OHSO_3^-$ به دست آمده نیز در واکنش با لیگنین با سولفون‌دار شدن واحدهای لیگنین باعث افزایش آبدوستی لیگنین می شود. که نتیجه آن بهبود لیگنین زدایی، حفظ هلوسلولز و افزایش بازده در یک کاپای همانند نسبت به تیمار شاهد می‌شود (۶). حفظ هلوسلولز در یک کاپای مشخص علاوه بر بهبود کیفیت خمیرکاغذ باعث کاهش بار آلودگی پساب تولیدی و اثرگذاری زیست محیطی آن می شود. همچنین از کاه برنج به عنوان یک ماده غیر چوبی که می‌تواند جایگزین منابع چوبی شود به عنوان ماده اولیه لیگنوسلولزی استفاده شد.

مواد و روش ها

کاه برنج مورد استفاده در این بررسی، از شالیزارهای سلمانشهر واقع در استان مازندران تهیه و به آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه گرگان منتقل شد. آنگاه سنبله‌ی ساقه‌ها جدا شده و بقیه ساقه به قطعه های ۲-۲/۵ سانتی‌متری تبدیل و در محیط آزمایشگاه در برابر هوا خشک شدند. سپس به منظور تبادل نشدن با محیط در کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفتند. پخت خمیر کاغذ از کاه به روش سولفیت فرمالدهید و با استفاده دیگ پخت ناپیوسته‌ی چرخان موجود در آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که دارای ۶ مخزن به گنجایش ۲/۵ لیتر است، انجام شد.

پس از انجام پخت و سرد کردن سیلندرها، شستشوی خمیرهای تولیدی با آب سرد انجام گرفت. در مرحله بعد خمیرهای یاد شده با استفاده از پالایش‌گر PFI آزمایشگاهی تا درجه‌های روانی مورد نظر (۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی لیتر در استاندارد کانادایی) پالایش شدند. پس از آن به منظور اندازه گیری ویژگی های مقاومتی بر پایه استاندارد 202om-88 آیین نامه TAPPI[1]، ۱۲عدد کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی برای هر یک از تیمارها تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی با استفاده از روش‌های استاندارد آیین‌نامه‌ی TAPPI اندازه‌گیری شد.

تعیین ویژگیهای خمیر کاغذ

عددکاپا بر پایه استاندارد شماره T360om آیین نامه TAPPI تعیین شد. پالایش خمیر بنابر استاندارد T248om آیین نامه TAPPI و درجه روانی مورد نظر بر پایه استاندارد T227om-92 آیین نامه TAPPI تعیین شد. به منظور اندازه گیری ویژگی های مقاومتی بر پایه استاندارد 202om-88 آیین نامه TAPPI ، ۱۲ عدد کاغذ دست ساز برای هرنوع از کاغذها در نظرگرفته شد.

[1] Technical Association of Pulp and Paper Industry

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- عامل های پخت به شرح زیر تعیین شد.

فاکتورهای پخت	
وزن ساقه‌های کاه	۱۰۰ گرم (بر پایه وزن خشک)
نسبت مایع پخت به کاه(L/W)	۱۰:۱
دمای پخت(^oC) :	۱۶۰
زمان پخت(دقیقه):	۹۰
سولفیت سدیم(٪)	۱۸ ،۱۶
فرمالدهید(٪)	۴ ، ۲

جدول ۲-ویژگی های کاغذ های دست ساز برابر استانداردهای زیر تعیین شد.

ویژگی ها	استاندارد
ضخامت کاغذ	T411-om89
اندیس مقاومت پاره شدن	T414-om88
اندیس مقاومت ترکیدن	T403-om91
طول پاره شدن	T320-om88
اندیس مقاومت کششی	T494-om88

نتایج و بحث

بازده و عدد کاپای خمیرهای تولیدی از کاه برنج با استفاده از فرایند پخت سولفیت فرمالدهید در جدول ۳ نشان داده شده است

جدول۳- بازده و عدد کاپای خمیرهای تولیدی از کاه برنج در شرایط مختلف پخت سولفیت فرمالدهید

شماره پخت	درصد مواد شیمیایی(٪)			میانگین بازده(درصد)	میانگین عدد کاپا
	AQ	فرمالدهید	سولفیت		
۱	-	-	۱۶	۶۶	۲۷
۲	-	-	۱۸	۶۴	۲۵
۳	-	۲	۱۶	۶۰	۱۸/۲
۴	-	۴	۱۶	۵۹/۶	۱۶/۴۵
۵	-	۲	۱۸	۵۸	۱۳/۸
۶	-	۴	۱۸	۵۸/۲	۱۲/۱
۷	-	-	۲۰	۵۵	۱۳/۷
۸	-	۴	۲۰	۵۹/۳	۱۳/۴
۹	۰/۱	۴	۱۸	۵۸/۸	۱۲/۷۵
۱۰	۰/۱	۴	۲۰	۵۹/۴	۱۲/۸

Archive of SID

www.SID.ir

به طور کلی فرمالدهید باعث بهبود گزینش‌پذیری فرایند لیگنین‌زدایی پخت می شود، این امر را می‌توان با مقایسه بازده، عدد کاپای تیمارهای ۱ و۴ و یا تیمار ۲ و ۶ که در برابر افت نزدیک به ۶ واحد بازده، به ترتیب عدد کاپا با افت ۱۰ واحدی و ۱۳ واحدی را نشان می‌دهند، بهبود گزینش‌پذیری فرایند لیگنین‌زدایی ناشی از افزودن فرمالدهید به مایع پخت را دید. علت این امر با توجه به سازوکار واکنش می‌تواند بدین گونه باشد که فرمالدهید در واکنش با سولفیت در محیط آبی یون $CH2OHSO_3^-$و NaOH بر پایه رابطه زیر تولید می شود(۴).

معادله ۱ $Na_2SO_3 + CH_2O + H_2O \rightarrow H_2COHSO_3Na + NaOH$

معادله ۲ $H_2COHSO_3Na + H_2O \rightarrow CH_2OHSO_3^- + NaOH + H^-$

همان‌گونه که دیده شد در واکنش هر مول فرمالدهید با یک مول سولفیت سدیم علاوه بر ماده فعال $CH_2OHSO_3^-$ معادل ۲ مول هیدروکسید سدیم آزاد می شود. یون هیدروکسیل که باز بسیار قوی می‌باشد بطور قابل توجهی لیگنین‌زدایی را آسان کرده و یون $CH_2OHSO_3^-$ به دست آمده نیز در واکنش با لیگنین باعث سولفوندار شدن گروههای انتهای کانیفرالدهیدی و ساختارهای استخلاف شدهٔ α-کربونیل‌دار می‌شود. سولفون‌دار شدن واحدهای لیگنین باعث افزایش آبدوستی لیگنین می شود. وجود این دو یون در مایع پخت باعث بهبود لیگنین زدایی، حفظ هلوسلولز و افزایش بازده در یک کاپای همانند نسبت به تیمار شاهد می‌شود (۶). مقایسه پخت‌های اولیه مشخص نموده است که زمان پخت ۹۰ دقیقه و دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس برای پخت مناسب است. پخت‌های ۲، ۶، ۹ و ۱۰ باعنایت به رابطه بین عدد کاپا و بازده و نیز با هدف تولید خمیر کاغذ قابل رنگبری، به عنوان تیمار بهینه در محدوده عدد کاپای۱۲/۵±۰/۵ گزینش شدند. هر یک از نمونه‌های خمیر کاغذ به طور جداگانه تا درجه روانی محدوده ۳۷۰±۱۵ با استفاده از پالایشگرPFI MILL پالایش شدند و آنگاه کاغذ۶۰ گرمی ساخته شد. در جدول۴، شمار دور پالایش مورد نیاز برای دست یابی به درجه روانی همانند از تیمارهای گزینش شده نشان داده شده است. ویژگی-های کاغذ تولیدی از نمونه‌های مختلف خمیرکاغذ گزینش شده در درجه روانی همانند در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول۴- شمار دور پالایش برای دستیابی به درجه روانی همانند

کد پخت	تیمار			شمار دور پالایشگر	درجه روانی پس از پالایش(CSF)
	AQ	فرمالدهید	سولفیت		
S_{18}	-	-	۱۸	۲۰۰۰	۴۱۰
$S_{18}F$	-	۴	۱۸	۱۵۰۰	۳۸۵
$S_{18}FA$	۰/۱	۴	۱۸	۱۵۰۰	۳۸۵
$S_{20}FA$	۰/۱	۴	۲۰	۱۲۰۰	۳۹۰

F: فرمالدهید ۴ درصد
A: آنتراکینون ۰/۱ درصد
S_{18}: سولفیت سدیم ۱۸ درصد
S_{20}: سولفیت سدیم ۲۰ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- نتایج تولید خمیر سولفیت فرمالدهید در درجه روانی ۳۷۰

کد پخت ها / ویژگی مورد بررسی	$S_{20}FA$	$S_{18}FA$	$S_{18}F$	S_{18}
چگالی کاغذ(g/cm^3)	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۳
ضخامت کاغذ(μ)	۱۴۶/۳	۱۴۵/۲	۱۴۱/۱۲	۱۴۷/۷
شاخص مقاومت به ترکیدن($Kpam^2/g$)	۳/۶	۲/۷۴	۲/۳	۱/۹۸
شاخص مقاومت به کشیدگی($N.m/g$)	۳۲/۶۵	۳۱/۳۳	۲۵/۲۱	۲۰/۱
شاخص مقاومت به پاره شدن($N.m^2/g$)	۸/۱۴	۷/۶۴	۶/۸۸	۵/۷
مقاومت به تا شدن(شمار جفت تا)	۱۰/۵	۹	۶	۴
درجه روشنی(درصد)	۴۰/۲	۴۱/۲	۴۷/۶	۵۲/۱
ماتی (درصد)	۸۹/۸	۹۰/۷۵	۹۲/۲۰	۹۳/۵۴

F: فرمالدهید ۴ درصد
A: آنتراکینون ۰/۱ درصد
S_{18}: سولفیت سدیم ۱۸ درصد
S_{20} : سولفیت سدیم ۲۰ درصد

بررسی ویژگی‌های مقاومتی کاغذ دست ساز

مقاومت به ترکیدن

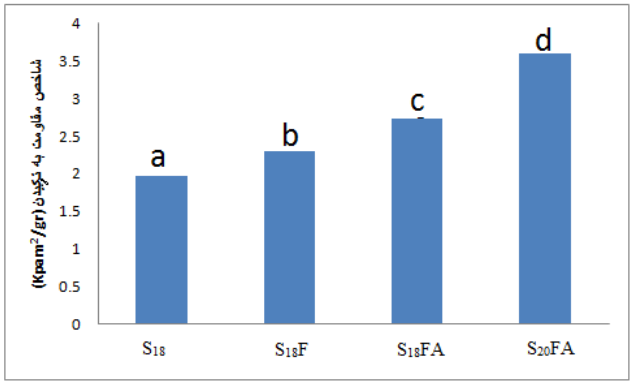
شاخص مقاومت به ترکیدگی کاغذ تولیدی از پخت دارای فرمالدهید نسبت به بدون فرمالدهید بیشتر می‌باشد که علت این امر را می‌توان به گزینش‌پذیری[۲] مناسب فرمالدهید در واکنش لیگنین‌زدایی پخت نسبت داد که باعث بهبود لیگنین‌زدایی و حفظ هلوسلولز که در نهایت باعث بهبود آبدوستی الیاف که به پالایش پذیری بهتر منتهی می‌شود. که این پدیده موجب افزایش انعطاف-پذیری و به احتمال افت کمتر درازای الیاف می‌شود که به دنبال آن اتصال بین الیاف افزایش می‌یابد که در نتیجه آن مقاومت به ترکیدگی کاغذ نیز بیشتر می‌شود. تجزیه واریانس میانگین میزان های مربوط به آزمون ترکیدن نشان می‌دهد که بین میزان های آزمون مقاومت به ترکیدن کاغذ ساخته شده، از نظر آماری در سطح۵٪ اختلاف معنی دار وجود دارد.همچنین مقایسه میانگین ها بیانگر از آن است که میانگین آزمون مقاومت ترکیدن کاغذ دست ساز در چهار گروه مختلف قرار می گیرند(حروف نایکسان در نمودار ۱ نشان دهنده‌ی معنی-داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد می‌باشد). مقاومت به کشش

شاخص مقاومت به کشش کاغذ تولیدی از پخت دارای فرمالدهید نسبت به پخت بدون فرمالدهید بیشتر می‌باشد که علت این امر را می‌توان به گزینش‌پذیری بهتر در فرایند لیگنین‌زدایی اشاره کرد که منجر به پالایش پذیری بهتر ایجاد شده توسط فرمالدهید نسبت داد که به دنبال آن، انعطاف‌پذیری افزایش و به احتمال یافتن افت درازای الیاف کاهش می‌یابد که منجر به افزایش شاخص مقاومت کششی می‌شود. جدول تجزیه واریانس مقاومت کششی نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری بین میزان های آزمون مقاومت به کشش کاغذ ساخته شده در سطح ۵٪ وجود دارد (حروف نایکسان در نمودار ۲ نشان دهنده‌ی معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد می‌باشد).

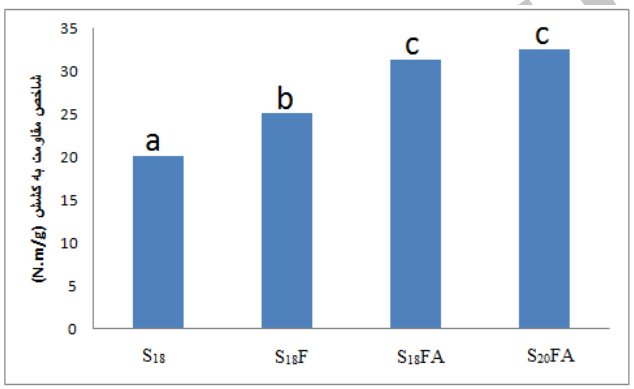
[2] *Selectivity*

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱- تغییرات شاخص مقاومت به ترکیدگی در تیمارهای مختلف



نمودار ۲- تغییرات شاخص مقاومت به کشش در تیمارهای مختلف

مقاومت به پاره شدن

شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذ تولیدی از پخت دارای فرمالدهید نسبت به بدون فرمالدهید بیشتر می‌باشد که علت آن را می‌توان به پالایش پذیری به نسبت بهتر که در نتیجه بهبود گزینش پذیری ایجاد شده با فرمالدهید نسبت داد که باعث افزایش واکشیدگی الیاف در حین پالایش و آسیب‌دیدگی کمتر آنها شده است. با توجه به داده های جدول تجزیه واریانس، می توان نتیجه گرفت که بین میزان های آزمون مقاومت در برابر پاره شدن کاغذ ساخته شده، از نظر آماری در سطح۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود دارد. جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین میزان های مقاومت به پاره شدن کاغذ ساخته شده در سطح ۵ درصد وجود دارد (حروف نایکسان در نمودار ۳ نشان دهنده‌ی معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد می‌باشد).

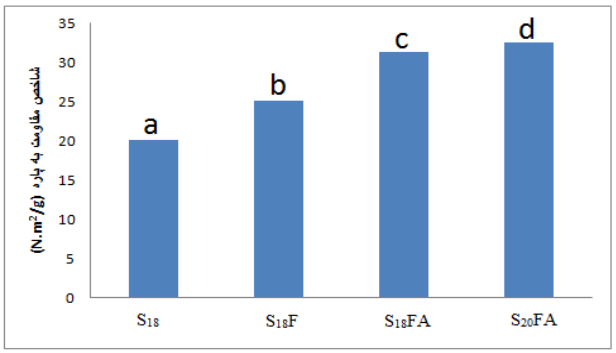
مقاومت به تا شدن

مقاومت به تاشدن کاغذ تولیدی از پخت دارای فرمالدهید نسبت به بدون فرمالدهید بیشتر می‌باشد که علت آن را می‌توان به پالایش پذیری بهتر ایجاد شده با فرمالدهید نسبت داد که این پدیده ضمن افزایش دادن انعطاف-پذیری و بهبود اتصال های بین الیاف باعث افت آسیب-دیدگی دیواره الیاف می‌شود. با توجه به داده های جدول تجزیه واریانس، می‌توان نتیجه گرفت که بین میزان های آزمون مقاومت به تا شدن کاغذ ساخته شده، از نظر آماری در سطح۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

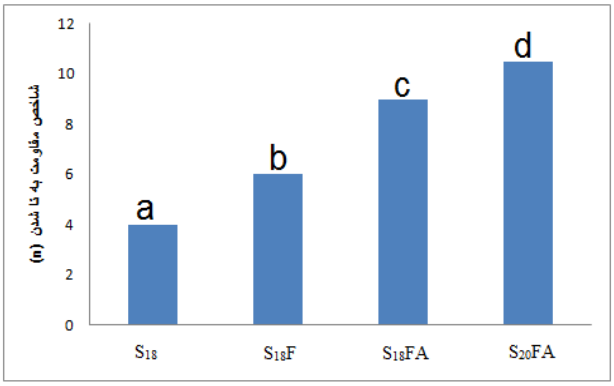
Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به داده های جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین میزان های آزمون مقاومت به تا شدن کاغذ در سطح ۵ درصد وجود ندارد (حروف نایکسان در نمودار ۴ نشان دهنده‌ی معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد می‌باشد).



نمودار ۳- تغییرات شاخص مقاومت به پاره شدن در تیمارهای مختلف



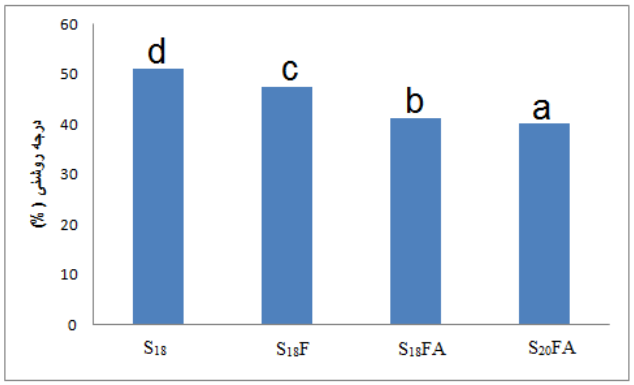
نمودار ۴- تغییرات مقاومت در برابر تا شدن در تیمارهای مختلف

درجه روشنی

همانطور که مشخص است، در همه حالت‌ها میزان درجه روشنی در تیمار که از فرمالدهید و آنتراکینون در ترکیب مایع سولفیت استفاده شده است ($S_{18}FA$، $S_{20}FA$)، کاهش یافته است. علت آن را می‌توان به تشکیل هیدروکسیدسدیم در طی واکنش فرمالدهید با سولفیت-سدیم و در نتیجه افزایش میزان pH قلیائیت مایع پخت و نیز تاثیر آنتراکینون به لحاظ ایجاد نوعی سایه رنگ زرد در خمیرکاغذ نسبت داد. جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین میزان درجه روشنی کاغذ دست‌ساز ساخته شده از نظر آماری در سطح ۵ درصد وجود دارد (حروف نایکسان در نمودار ۶ نشان دهنده‌ی معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد می‌باشد).

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۵- تغیرات درجه روشنی در تیمارهای مختلف

بحث و نتیجه گیری

این تحقیق با هدف بررسی تولید خمیر کاغذ سولفیت فرمالدهید از کاه برنج انجام شد. با توجه به بازده تولید خمیر کاغذ و عدد کاپا هر یک از پخت‌ها و نیز ضرورت رنگبری خمیر کاغذ، پخت بهینه با شرایط قلیائیت ۲۰٪ و فرمالدهید ۴٪ در زمان پخت ۹۰ دقیقه، در دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس و با بازده۵۹/۴ و عدد کاپای ۱۲/۸ مناسب‌ترین خمیر کاغذ تولیدی گزینش شد. فرمالدهید در واکنش با سولفیت سدیم برابر معادله ۱ و ۲ همان‌گونه که مشخص است از واکنش هر مول فرمالدهید با یک مول سولفیت سدیم علاوه بر ماده فعال $CH_2OHSO_3^-$ معادل ۲ مول هیدروکسید سدیم آزاد می شود. در نتیجه باعث افزایش درصد یون $CH2OHSO^-_3$ و یون هیدروکسیل در محیط واکنش می‌شود (۴). یون هیدروکسیل که باز بسیار قوی می‌باشد به طور قابل توجهی لیگنین‌زدایی را آسان کرده و یون $CH_2O\ HSO_3^-$ به دست آمده در واکنش با لیگنین باعث سولفوندار شدن گروههای انتهای کانیفرالدهیدی و ساختارهای استخلاف شدهٔ α-کربونیل‌دار شده، که سوافون‌دار شدن واحدهای لیگنین باعث افزایش آبدوستی لیگنین که نتیجه وجود این دو یون در مایع پخت باعث بهبود لیگنین‌زدایی، حفظ هلوسلولز و افزایش بازده در یک کاپای همانند نسبت به تیمار شاهد می‌شود [۶]. به منظور ارزیابی ویژگی های مقاومتی و نوری کاغذ، خمیر کاغذ سولفیت فرمالدهید به درجه روانی csf ۴۰۰ رسانده شد و از آن کاغذهای دست ساز استاندارد برای ارزیابی ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و نوری ساخته شد. نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس و آزمون دانکن نشان داد که خمیر کاغذ تولیدی از تیمار ۴ به استثنای ویژگی های نوری و اندیس مقاومت به پاره شدن در همه ویژگی‌ها بهینه تر از دیگر تیمار ها بوده است. به طور کلی ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای دست‌ساز تولیدی از تیمارهای دارای فرمالدهید نسبت به تیمار شاهد برتر بوده [۱۱]. همچنین با افزایش میزان سولفیت از ۱۸ درصد به ۲۰ درصد باعث افت مقاومت به پارگی شد که علت آن می‌تواند به آسیب دیدگی الیاف باشد. همچنین با افزایش میزان سولفیت مقاومت به ترکیدگی افزایش یافت، که علت آن را می‌توان به انعطاف پذیرتر شدن الیاف و ایجاد قابلیت اتصال های هیدروژنی بیشتر نسبت داد. علاوه بر این میزان نرمه ها نیز در خمیر پالایش شده افزایش می‌یابد و با قرار گرفتن آنها در بین الیاف پالایش شده، موجب افزایش مقاومت به ترکیدگی شده، با افزایش میزان سولفیت، مقاومت به تاه شدن نیز افزایش یافته است که علت آن را نیز می‌توان به افزایش اتصال های بین الیاف ارتباط داد [۱۱].

درجه روشنی خمیر و کاغذ با افزودن فرمالدهید در نبود و یا با بود آنتراکینون در مایع پخت سولفیت، موجب کاهش درجه روشنی شده است و کمترین میزان آن در حالتی که از فرمالدهید به همراه آنتراکینون استفاده شده است دیده شد که علت آن را می‌توان به تشکیل

Archive of SID

www.SID.ir

هیدروکسیدسدیم در طی واکنش فرمالدهید با سولفیت-سدیم و در نتیجه افزایش میزان pH قلیائیت مایع پخت و نیز تاثیر آنتراکینون به ایجاد نوعی سایه رنگ زرد در خمیرکاغذ نسبت‌داد.

منابع

1-Hejazie, S. 2005. The Survey of Using Alkaline Sulfite-Antrakinon Method instead of Soda Procedure. Journal of the Iranian Natural Res. 60:3.981-988.
2-Jime´nez, L. De la Torre, M.J. Maestre, F. Ferrer, J.l. Pe'rez, I. 1997a. Organosolv pulping of wheat straw by use of phenol. Bioresour. Technol. 60 (3), 199–205.
3- Jimenez, L. Perez, I. de la Torre, M.J. Lopez, F. Ariza J, 2000. Use of formaldehyde for making wheat straw cellulose pulp. Bioresource Technology. 38: 39-47
4-Kiryushov, V. N.. Skvortsova, L. I, 2005. Optimal Conditions for Masking of Sulfite Anions with Formaldehyde in Iodometric Titration of Photographic Fixing Solutions. Russian Journal of Applied *Chemistry, Vol. 78, No. 4, 2005, pp. 552 555. Translated from Zhurnal Prikladnoi Khimii, Vol. 78, No. 4, 2005, pp. 559-562.*
5-Mahdavi et al, 2006. The Survey of Alkaline-Ethanol Paper Pulp Properties by Kraft Paper Pulp and Soda made of Wight Straw. Biannual Scientific-Research Journal of Iran Wood and Paper Science Researches. 21:2.105-114.
6-MirShokraei, S. 1995. Wood and Paper Technology, Payam Noor University Press, Tehran, 1:79. (Translated in Persian).
7- Quoc Lam, H . Le Bigot, Y. Delmas, M. Avignon,G, 2000. Formic acid pulping of rice straw. Industrial Crops and Products 14 (2001) 65–71
8-Shatalov, A.A., Pereira, H., 2002. Carbohydrate behavior of Arundo donax L. In ethanol alkali medium of variable composition during organosolv delignification. Carbohydr. Polym. 49 (3), 331–336.
9-Shatalov, A.A., Pereira, H., 2005. Arundo donax L. reed: new perspective for pulping and bleaching Part 4, peroxide bleaching of organosolv pulps. Biores. Technol. 96, 865–872.
10-Shatalov, A.A., Pereira, H., 2007. Polysaccharide degradation during ozone-based TCF bleaching of non-wood organosolv pulps. Carbohydr. Polym. 67 (3), 275–281.
11- Wei, H. Die-sheng, T . Zhong-zheng, L. 1994. Effect of Formaldehyde during Alkaline Sulfite Pulping of Wheat Straw. Journal of the China . China Pulp & Paper.1994-00
12- Ziaie-Shirkolaee, Y. Mohammadi-Rovshandeh, J. Rezayati-Charani, P. Rezayati-Charani, M.B, 2007. Influence of dimethyl formamide pulping of wheat straw on cellulose degradation and comparison with Kraft process. Bioresource Technology. 89: 513-520

Archive of SID

www.SID.ir

The Survey of Chemical Paper Pulp Properties Produced from Rice Straw Based on Formaldehyde Sulfide Method.

k. Mohamadzadeh Saghavaz[*1] and H. Resalati[2]

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of formaldehyde addition to Sodium Sulfide cooking liquor for chemical Pulp Production from rice straw. Rice straw (oryza sativa) was collected from the rice field of Salmanshahr and was carried to the laboratory of wood and paper in Gorgan University. Digestion conditions of pulp included cooking temperature of 160 °C, digestion times of 30, 60 and 90 min and useing chemical (16, 18 and, 20% Sodium sulfite and 4 and 6% formaldehyde) based on oven dry dosages weight of raw material. Four different treatments, at a Kappa number ranges of 12 - 14 were selected from each pulp In order to evaluate the effect of formaldehyde added based on Kappa number and pulp yield relations. Hand sheets with grammage of 60 g/m^2 were prepared from each of pulp samples and their properties were measured using the related Tappi standard. The results indicated that the addetion of formaldehyde in sulfite liquor increased the pulp yield at the same Kappa number, accelerated delignification rate and improved delignification selectiving as well as improving the mechanical properties of paper.

Keywords: Rice straw, Paper Pulp, Sulfide sodium, Formaldehyde, Mechanical properties

Archive of SID

[*] Corresponding author: Email: k.mohamadzade@yahoo.com

www.SID.ir