Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد پانزدهم، شماره دوم، خرداد- تیر ۱۳۸۷
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

بررسی خصوصیات خمیر کاغذ کرافت پوست کنف

* حسین رسالتی[۱]، علی قاسمیان[۲]، اصغر کهندل[۳] و قاسم مرتضایی‌فریزمندی[۴]

[۱]دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استادیار پژوهشی جهاد دانشگاهی، دانشکده منابع طبیعی، پردیس ۳ دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۴/۸/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۳

چکیده

کنف مورد استفاده در این تحقیق (واریته برگ پنجه‌ای ۷۶۳۵ گونه *Hibiscus cannabinus*) از ایستگاه تحقیقات پنبه ورامین تهیه شد. پوست نمونه‌های کنف پس از جداسازی از مغز چوبی گیاه به قطعات ۵-۴ سانتی‌متر تبدیل و پس از شستشو با آب و خشک شدن با هوا برای تهیه خمیر کاغذ کرافت مورد استفاده قرار گرفت. تحت شرایط پخت متفاوت کرافت (سولفیدیته ۲۵ درصد، درجه حرارت پخت ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، نسبت مایع پخت به وزن خشک پوست ۷ به ۱، قلیائیت فعال ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد و زمان پخت ۳۰، ۵۰ و ۷۵ دقیقه)، خمیر کاغذهای متعددی در محدوده بازده ۵۰ تا ۶۰ درصد و عدد کاپای ۱۷ تا ۳۰ تولید گردید. نتایج ارزیابی خمیر کاغذهای حاصله نشان داده است که اثر مستقل درصد قلیائیت فعال و زمان پخت برروی بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ در سطح ۱ درصد معنی‌دار و اثر متقابل آنها در سطح ۱ و ۵ درصد برروی بازده بدون معنی ولی برروی عدد کاپا معنی‌دار بوده است. با توجه به رابطه بین بازده خمیر کاغذ و عدد کاپا، سه تیمار مختلف در محدوده عدد کاپای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ انتخاب شد. به‌منظور تعیین عدد کاپا و درجه روانی مناسب به لحاظ خصوصیات بهینه کاغذ، کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیر کرافت پوست کنف با عدد کاپای متفاوت و درجات روانی مختلف ۴۰۰، ۴۵۰ و ۵۰۰ (ml, CSF) ارزیابی شد. نتایج حاصل نشان داد که خمیر کاغذ کرافت حاصل از پوست کنف در عدد کاپای ۲۵ و در درجه روانی ۴۰۰ از نظر مجموع ویژگی‌های کاغذ، دارای کیفیت مطلوب‌تری بوده است.

واژه‌های کلیدی: پوست کنف، خمیر کرافت، بازده خمیر کاغذ، عدد کاپا، درجه روانی خمیر کاغذ

مقدمه

با افزایش جمعیت و توسعه صنعتی، فرهنگی و اقتصادی در مقیاس جهانی، کاغذ و فرآورده‌های آن به‌عنوان یک کالای استراتژیک اهمیت روزافزونی یافته‌اند. در این راستا، کشورهایی که از جنگل‌های تجاری وسیع و مواد اولیه چوبی مناسب و فراوان برخوردار نیستند، علاوه‌بر توسعه بازیافت کاغذهای باطله، تلاش خود را در استفاده از منابع غیرچوبی

* - مسئول مکاتبه: hnresalati@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

متمرکز کرده‌اند. کیفیت خمیر کاغذ حاصل از گیاهان غیرچوبی به ابعاد الیاف آنها و فرایند خمیرسازی مورد استفاده بستگی دارد و کاغذ حاصل از فرایند شیمیایی کرافت مستحکم‌تر از سایر فرایندها است (توزینسکی، ۱۹۹۳).

گیاه یک‌ساله و سریع‌الرشد کنف از گونه *Hibiscus cannabinus* و جزء گیاهان لیفی است. این گیاه بعد از دوره رشد کوتاه ۴ تا ۵ ماهه به سن بلوغ و بهره‌برداری می‌رسد و عملکرد تولید الیاف آن برای مصرف در صنایع خمیر کاغذ و فراورده‌های آن ۱۲ تا ۱۸ تن در هکتار در سال بر پایه وزن خشک می‌باشد (کالدور و همکاران، ۱۹۹۰؛ اتچیسون، ۱۹۹۶). ساقه گیاه کنف دارای دو بخش مجزا شامل پوست[1] و مغز چوبی[2] است که پوست کنف ۳۰ تا ۴۰ درصد وزن ساقه و مغز چوبی آن ۶۰ تا ۷۰ درصد ساقه را تشکیل می‌دهند (بگبی، ۱۹۹۶؛ هو و همکاران، ۱۹۹۹؛ اوتانی و همکاران، ۲۰۰۱). پوست کنف دارای الیاف نسبتاً بلند و عموماً ۲ تا ۴ میلی‌متر است که خمیر کاغذ کرافت حاصل از آن دارای ویژگی‌های مقاومتی قابل مقایسه با خمیر کاغذ چوب سوزنی‌برگان می‌باشد. از این‌رو، خمیر کاغذ پوست کنف به‌عنوان جایگزین خمیر کاغذ سوزنی‌برگان و یا به‌عنوان خمیر کاغذ تکمیلی و جبرانی درحالتی‌که تأمین چوب سوزنی‌برگان با کمبود و محدودیت‌هایی مواجه باشد توصیه شده است (بیرد، ۲۰۰۰؛ لیو، ۲۰۰۲).

کارخانه کاغذسازی فونیکس در تایلند که در سال ۱۹۷۵ راه‌اندازی شده است، اولین کارخانه در جهان بوده است که خمیر کاغذ از کنف در مقیاس تجارتی تولید نموده است. در حال حاضر، این کارخانه با استفاده از فرایند کرافت و با به‌کارگیری مواد سلولزی مختلف بامبو، اوکالیپتوس و کنف ۱۶۰۰۰۰ تن در سال کاغذ چاپ و تحریر تولید می‌کند (اتچیسون و مک گاورن، ۱۹۸۳).

تولید و رنگ‌بری خمیر کاغذ شیمیایی کرافت از پوست کنف، در مقایسه با مواد چوبی، آسان‌تر بوده و به انرژی و مواد شیمیایی کمتری نیاز می‌باشد (کلارک و همکاران، ۱۹۷۱).

در یک مقطع زمانی خاص در گذشته (دهه ۱۳۴۰) بیش از ۱۰۰۰۰ هکتار از اراضی استان‌های شمال کشور و استان خوزستان برای تأمین ماده اولیه صنایع نساجی و گونی‌بافی و نیز تهیه محصولات سنتی مانند ریسمان و طناب به کشت کنف اختصاص داشته است (خدابنده، ۱۹۸۷).

نتایج تحقیقات انجام شده در مؤسسه تحقیقات مرکزی خمیر و کاغذ هند نشان داده است که کیفیت خمیر کاغذ شیمیایی ساقه کنف از خمیر کاغذ شیمیایی بامبو بالاتر بوده است. این مؤسسه گیاه کنف را به‌عنوان یک منبع الیافی با پتانسیل برای استفاده در صنایع خمیر و کاغذ در کشور هند معرفی و پیشنهاد نموده است (پنت و کولکارنی، ۱۹۹۰).

نتایج تحقیقات و تجربه تولید خمیر کاغذ از کنف در کشور چین حاکی از آن است که از ۱۰۰ درصد خمیر کاغذ شیمیایی رنگ‌بری شده کنف می‌توان برای تولید کاغذهای استاندارد چاپ افست و لترپرس و کاغذ پایه برای ساخت کاغذ گلاسه و یا به‌عنوان جایگزین بخشی از خمیر کاغذ چوب برای ساخت انواع فرآورده‌های کاغذ استفاده نمود (ایرس، ۱۹۹۳).

نتایج تحقیقات حاصل از تولید و ارزیابی خمیر کاغذ CMP از کنف نشان داده است که در شرایط مشابه، الیاف پوست[3] بازده زیادتری نسبت به الیاف مغز[4] دارند و کاغذ تولید شده از پوست مقاومت به کشش و اندیس پارگی بیشتر و ضریب پخش نور کمتری نسبت به مغز داشته و هر دو پاسخ متفاوتی به پالایش نشان می‌دهند. به سبب وجود اختلاف‌های فیزیکی و شیمیایی در الیاف پوست و مغز، در این تحقیق نتیجه‌گیری گردید که بهتر است پخت پوست و مغز به‌صورت جداگانه صورت پذیرد (گارتسید، ۱۹۸۱؛ تایلور و همکاران، ۱۹۹۷؛ لاو و همکاران، ۲۰۰۳).

1- Bast
2- Core

3- Bast fibers
4- Core fibers

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیقی با عنوان بررسی گیاه کنف در تهیه خمیرکاغذ نشان داده شده است که مغز گیاه کنف با توجه به ویژگی‌های ذاتی، به‌تنهایی برای تهیه خمیرکاغذ مناسب نیست ولی پوست کنف به‌دلیل دارا بودن الیاف بلندتر، سلولز بیشتر و لیگنین کمتر برای کاغذسازی بسیار مناسب‌تر است (فائزی‌پور و همکاران، ۲۰۰۰).

با توجه به موارد فوق و با عنایت به محدودیت منابع چوبی در کشور، گیاه سریع‌الرشد و یک‌ساله کنف که در مناطق مختلف کشور از جمله استان‌های شمالی و خوزستان سابقه کشت موفقی داشته است، می‌تواند برای تأمین ماده اولیه سلولزی کارخانجات تولید خمیر و کاغذ کشور پتانسیل بسیار امیدبخشی باشد. در این پژوهش ویژگی‌های خمیر کاغذ و کاغذ کرافت حاصل از پوست کنف در عدد کاپا و درجه روانی مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

کنف مورد نیاز در این تحقیق (واریته برگ پنجه‌ای ۷۶۳۵ گونه *Hibiscus cannabinus*) از ایستگاه تحقیقات پنبه ورامین تهیه شد و پس از قطع تصادفی گیاهان، به مرکز تحقیقات و آموزش شرکت چوب و کاغذ مازندران منتقل گردید. به‌منظور تهیه نمونه‌های موردنظر برای تهیه خمیر کاغذ، پوست کنف پس از جداسازی از مغز چوبی گیاه، به قطعات ۵-۴ سانتی‌متری تبدیل و پس از شستشو با آب، با هوا خشک شد و درصد رطوبت نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید. به‌منظور تولید خمیر کاغذ، هر پخت با معادل ۳۰۰ گرم وزن خشک پوست کنف در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای ثابت هر پخت شامل سولفیدیته (۲۵ درصد)، حرارت (۱۷۰ درجه سانتی‌گراد) و نسبت مایع پخت به وزن خشک پوست کنف (۷ به ۱) و فاکتورهای متغیر پخت شامل قلیائیت فعال در سه سطح (۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد) و زمان پخت در سه سطح (۳۰، ۵۰ و ۷۵ دقیقه) در نظر گرفته شد. با توجه به دو فاکتور متغیر قلیائیت فعال و زمان پخت که هر کدام دارای سه سطح بوده، در مجموع ۲۷ پخت انجام گردید. در پایان مرحله پخت، خمیر کاغذ پس از شستشو، هوا خشک شدن و تعیین رطوبت، وزن کاملاً خشک آن تعیین و بازده خمیر کاغذ محاسبه شد. عدد کاپای خمیر کاغذ مطابق با آئین‌نامه TAPPI استاندارد شماره ۸۵-*T۲۳۶om* انجام گرفت. پس از جداسازی الیاف توسط یک دیفیبراتور دیسکی، طبق استاندارد CPPA Useful Method D.6u، خمیر شستشو و درصد خشکی آن تعیین شد. برای تعیین درجه روانی خمیر کاغذ و انجام پالایش به‌ترتیب از استانداردهای شماره ۹۴-*T۲۲۷ om* و ۸۵-*T۲۴۷ om* آئین‌نامه TAPPI استفاده گردید. برای خمیر کاغذ پالایش شده پوست کنف درجه روانی ۴۰۰، ۴۵۰ و ۵۰۰ (ml,CSF) در نظر گرفته شد و در هر تیمار تعداد ۱۰-۷ عدد کاغذ دست‌ساز با وزن پایه ۱±۶۰ گرم بر مترمربع مطابق با استاندارد شماره ۸۸-*T۲۰۵ om* آئین‌نامه TAPPI ساخته شد. خواص فیزیکی کاغذ شامل ضخامت و وزن پایه به‌ترتیب مطابق با استانداردهای ۸۹-*T۴۱۱ om* و ۸۸-*T۴۱۰ om* ارزیابی شد. خواص مقاومتی کاغذ شامل مقاومت به ترکیدگی، مقاومت کششی و مقاومت به پارگی نیز به‌ترتیب مطابق با استانداردهای شماره ۹۷-*T۴۰۳ om*، ۸۸-*T۴۹۷ om* و ۸۸-*T۴۱۴ om* آئین‌نامه TAPPI، اندازه‌گیری گردید. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل خصوصیات کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیر کاغذ کرافت پوست کنف، از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد و سپس گروه‌بندی میانگین‌ها با کمک آزمون دانکن صورت پذیرفت. همچنین مقایسه بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ مذکور، توسط آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید.

نتایج و بحث

تولید خمیر کاغذ: نتایج حاصل از ارزیابی بازده و عدد کاپای خمیرکاغذهای حاصل از پوست کنف و تأثیر متغیرهای پخت برروی آنها در جدول ۱ آمده است. با بررسی آماری بازده خمیر کاغذ پوست کنف در شرایط مختلف پخت توسط آزمون فاکتوریل، مشخص شد که اثر مستقل درصد قلیائیت فعال و زمان پخت برروی بازده خمیر کاغذ در سطح ۱ درصد معنی‌دار است ولی اثر

www.SID.ir

Archive of SID

متقابل آنها برروی بازده در سطح ۵ درصد نیز معنی‌دار نبوده است. گروه‌بندی میانگین‌های اثر مستقل درصد قلیائیت فعال برروی بازده خمیر کاغذ نشان داد که با افزایش درصد قلیائیت فعال، بازده خمیر کاغذ کاهش می‌یابد. این موضوع به‌علت افزایش غلظت یون هیدروکسید بوده که موجب افزایش سرعت لیگنین‌زدایی و تخریب پلی‌ساکاریدها می‌گردد. گروه‌بندی میانگین‌های اثر مستقل زمان پخت برروی بازده خمیر کاغذ نیز نشان داد که با افزایش زمان پخت، بازده خمیر کاغذ کاهش می‌یابد که علت این امر تداوم بیشتر واکنش‌های پخت و تخریب بیشتر لیگنین و پلی‌ساکاریدها در زمان پخت بیشتر می‌باشد.

نتایج بررسی آماری عدد کاپای خمیر کاغذهای به‌دست آمده نشان داد که اثر هر یک از متغیرهای پخت به‌طور جداگانه و نیز اثر متقابل آنها برروی عدد کاپای خمیر کاغذ پوست کنف در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. گروه‌بندی میانگین‌ها اثر مستقل درصد قلیائیت فعال برروی عدد کاپای خمیر کاغذ پوست کنف نشان داد که با افزایش درصد قلیائیت فعال، عدد کاپا کاهش می‌یابد که علت آن غلظت بیشتر مواد شیمیایی و در نتیجه افزایش سرعت واکنش‌های لیگنین‌زدایی است. گروه‌بندی میانگین‌های اثر مستقل زمان پخت برروی عدد کاپا نشان داد که با افزایش زمان پخت، عدد کاپای خمیر کاغذ کاهش می‌یابد که علت آن لیگنین‌زدایی بیشتر در زمان بیشتر پخت می‌باشد.

جدول ۱- تأثیر متغیرهای پخت برروی بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ پوست کنف.

قلیائیت فعال (درصد)	زمان پخت (دقیقه)	بازده (درصد)	عدد کاپا	میانگین بازده (درصد)	میانگین عدد کاپا
		۵۲/۴	۱۷/۳		
	۷۵	۵۳	۱۷/۹	۵۲/۵	۱۷/۳
		۵۲/۱	۱۷/۳		
		۵۳/۸	۲۰/۶		
۱۸	۵۰	۵۴/۴	۲۰/۸	۵۴/۱	۲۰/۷
		۵۴	۲۰/۷		
		۵۵/۳	۲۳/۶		
	۳۰	۵۴/۷	۲۳/۳	۵۵	۲۳/۵
		۵۵	۲۳/۶		
		۵۳/۹	۲۲		
	۷۵	۵۴/۱	۲۲	۵۴/۲	۲۲/۱
		۵۴/۶	۲۲/۴		
		۵۵/۵	۲۳/۶		
۱۶	۵۰	۵۶/۱	۲۴/۱	۵۵/۷	۲۳/۸
		۵۵/۶	۲۳/۸		
		۵۶/۷	۲۵/۱		
	۳۰	۵۷/۳	۲۵/۲	۵۷/۲	۲۵/۳
		۵۷/۵	۲۵/۶		
		۵۶	۲۶/۷		
	۷۵	۵۵/۶	۲۵/۹	۵۵/۹	۲۶/۴
		۵۶/۱	۲۶/۶		
		۵۷/۵	۲۸/۱		
۱۴	۵۰	۵۷/۲	۲۸	۵۷/۶	۲۸/۲
		۵۸/۱	۲۸/۵		
		۵۹/۷	۳۰/۸		
	۳۰	۵۹	۳۰/۲	۵۹/۵	۳۰/۵
		۵۹/۸	۳۰/۵		

www.SID.ir

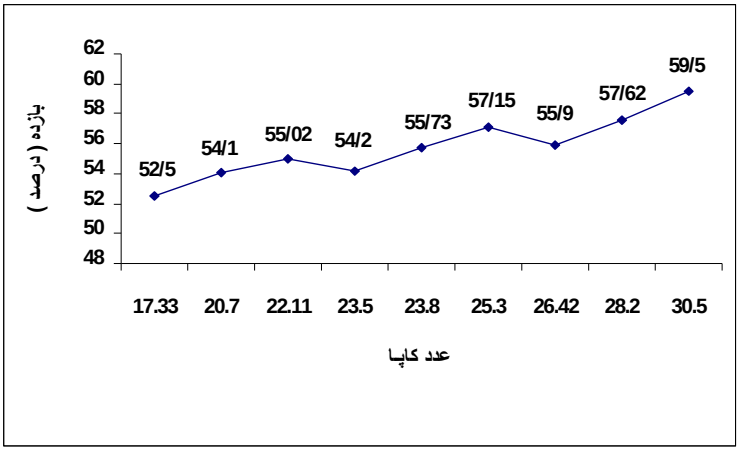
Archive of SID

گروه‌بندی میانگین‌های اثر متقابل درصد قلیائیت فعال و زمان پخت برروی عدد کاپای خمیر کاغذ نشان داد که با افزایش درصد قلیائیت فعال و زمان پخت، عدد کاپا و در نتیجه مقدار لیگنین باقی‌مانده در خمیر کاغذ کاهش می‌یابد که علت آن افزایش سرعت لیگنین‌زدایی و در نتیجه حذف بیشتر لیگنین می‌باشد.

تعیین تیمارهای منتخب اولیه: با توجه به نتایج آماری و تأثیر متغیرهای پخت برروی بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ پوست کنف و همچنین نمودار رابطه بین عدد کاپا و بازده خمیر کاغذ (شکل ۱)، خمیر کاغذ حاصل از شرایط پخت با قلیائیت فعال ۱۸ درصد و زمان پخت ۵۰ دقیقه (بازده ۵۴/۱ درصد و عدد کاپا ۲۰/۷)، به دلیل اینکه در عدد کاپای کمتر، دارای بازده بیشتری در مقایسه با زمان پخت ۷۵ دقیقه بود و نیز بازده نسبتاً نزدیکی با خمیر کاغذ حاصل از زمان پخت ۳۰ دقیقه داشت، به‌عنوان یکی از خمیر کاغذهای منتخب معرفی می‌گردد. همچنین این خمیر کاغذ نسبت به خمیر کاغذهای حاصل از شرایط پخت با قلیائیت فعال ۱۶ درصد و زمان‌های پخت ۷۵ و ۵۰ دقیقه نیز ارجح است زیرا در بازده‌های نسبتاً یکسان، دارای عدد کاپای کمتری می‌باشد.

خمیر کاغذ حاصل از زمان پخت ۳۰ دقیقه در قلیائیت فعال ۱۶ درصد (بازده ۵۷/۱ درصد و عدد کاپا ۲۵/۳) نیز چون در زمان پخت و درصد قلیائیت فعال کمتر دارای بازده بیشتری نسبت به تیمار با قلیائیت فعال ۱۸ درصد و زمان پخت ۵۰ دقیقه بوده است و همچنین در زمان پخت کمتر دارای بازده بیشتری نسبت به خمیر کاغذهای حاصل از زمان‌های پخت ۷۵ و ۵۰ دقیقه در قلیائیت فعال ۱۶ درصد می‌باشد، به‌عنوان تیمار منتخب بعدی معرفی می‌گردد. این تیمار نسبت به خمیر کاغذ حاصل از شرایط پخت با قلیائیت فعال ۱۴ درصد و زمان پخت ۷۵ دقیقه نیز بهتر است زیرا در مدت زمان پخت به‌مراتب کمتر، دارای بازده بیشتر و عدد کاپای کمتر می‌باشد. به‌علاوه، این تیمار به دلیل اینکه در زمان پخت کمتر، دارای بازده مشابه و عدد کاپای بسیار کمتری نسبت به خمیر کاغذ حاصل از زمان پخت ۵۰ دقیقه در درصد قلیائیت یکسان است، نسبت به آن نیز ارجح می‌باشد.

همچنین تیمار با قلیائیت فعال ۱۴ درصد و زمان پخت ۳۰ دقیقه (بازده ۵۹/۵ درصد و عدد کاپا ۳۰/۵) نیز به‌دلیل داشتن بازده بیشتری نسبت به تیمارهای دیگر در زمان پخت و درصد قلیائیت فعال کمتر، به‌عنوان سومین تیمار منتخب معرفی شد.



شکل ۱- رابطه بین عدد کاپا و بازده خمیر کاغذ پوست کنف.

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین درجه روانی مناسب: به‌منظور مشخص نمودن مناسب‌ترین درجه روانی به لحاظ خصوصیات بهینه، کاغذهای دست‌ساز پوست کنف از خمیر کاغذ با عدد کاپای ۲۰/۷ (تیمار منتخب اول) در درجات روانی ۴۰۰، ۴۵۰ و ۵۰۰ (ml,CSF) تهیه و ارزیابی گردید. مقادیر درجه روانی اولیه و پالایش شده خمیر کاغذ در سطوح مختلف پالایش در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

بررسی آماری خصوصیات فیزیکی و مقاومتی کاغذهای دست‌ساز با کمک آزمون تجزیه واریانس نشان داد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود دارد. با افزایش میزان پالایش خمیر کاغذ، به‌دلیل افزایش انعطاف‌پذیری، سطح اتصال و قابلیت تغییر شکل الیاف، ضخامت کاغذ حاصل کاهش و دانسیته آن افزایش یافته است. در نتیجه، بیشترین دانسیته کاغذ در درجه روانی ۴۰۰ و کمترین آن در درجه روانی ۵۰۰ به‌دست آمده است. آزمون دانکن نیز میانگین مقادیر دانسیته را در دو گروه مجزا قرار داد و بین دانسیته کاغذ با درجه روانی ۴۵۰ و ۵۰۰ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲). همچنین با افزایش میزان پالایش، انعطاف‌پذیری الیاف و اتصالات هیدروژنی و پیوند بین آنها افزایش می‌یابد که منتج به افزایش مقاومت کاغذ در برابر ترکیدگی و کشش خواهد شد. در نتیجه، بیشترین اندیس مقاومت به ترکیدگی و کشش در درجه روانی ۴۰۰ و کمترین مقدار آنها در درجه روانی ۵۰۰ حاصل شده است. آزمون دانکن میانگین اندیس مقاومت کششی کاغذهای مذکور را در سه گروه مجزا و میانگین اندیس مقاومت به ترکیدگی را در دو گروه مجزا قرار داد بدین‌ترتیب که بین میانگین اندیس‌های مقاومت به ترکیدگی کاغذ با درجه روانی ۴۰۰ و ۴۵۰ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل‌های ۳ و۴).

با افزایش میزان پالایش، اندیس مقاومت به پارگی کاغذ حتی تا سطح درجه روانی ۴۰۰ افزایش یافته است درحالی‌که انتظار می‌رفت پس از افزایش اولیه در اندیس مقاومت به پارگی، به دلیل کوتاه‌تر شدن طول الیاف و افزایش اتصالات بین آنها، اندیس مقاومت به پارگی کاغذ در درجه روانی ۴۰۰ کاهش یابد. به‌نظر می‌رسد که با توجه به مورفولوژی و ویژگی‌های خاص الیاف پوست کنف، عکس‌العمل آن به پالایش به‌صورتی است که حتی در درجه روانی ۴۰۰، مقاومت به پارگی کاغذ حاصل هنوز در مرحله افزایشی قرار دارد. این پدیده و ویژگی افزایشی مقاومت به پارگی همزمان با افزایش مقاومت‌های اتصال بین الیاف در پالایش، مزیت بسیار بزرگی برای پوست کنف محسوب می‌گردد. براساس آزمون دانکن میانگین مقادیر اندیس مقاومت به پارگی هر یک از کاغذهای دست‌ساز در دو گروه مجزا قرار داده شد و بین میانگین اندیس‌های مقاومت به پارگی کاغذ با درجه‌روانی ۴۵۰ و ۵۰۰ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است (شکل ۵).

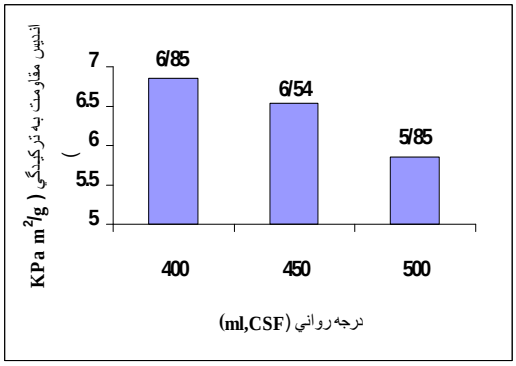
نتایج این بررسی نشان داده است که خمیر کاغذ با درجه روانی ۴۰۰، به لحاظ خصوصیات بهینه کاغذ مطلوب‌تر از خمیرهای با درجه روانی ۴۵۰ و ۵۰۰ می‌باشد. با تعمیم این نتیجه‌گیری برای کاغذهای دست‌ساز پوست کنف با عدد کاپای حدود ۲۵ و۳۰ و جهت انجام آزمایش‌ها و آنالیزهای مربوط به ارزیابی تأثیر تغییرات عدد کاپا بر ویژگی‌های کاغذ حاصل و تعیین عدد کاپای بهینه، و با عنایت به اینکه درجه روانی بهینه خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی حدود *ml,CSF* ۵۰۰ بوده است از این‌رو درجه روانی ۴۰۰ برای خمیر کاغذ کنف به‌عنوان مبنای مقایسه و ارزیابی انتخاب و تعیین گردید.

جدول ۲- درجه روانی خمیر کاغذ پوست کنف با عدد کاپای ۲۰/۷ قبل و بعد از پالایش (ml, CSF).

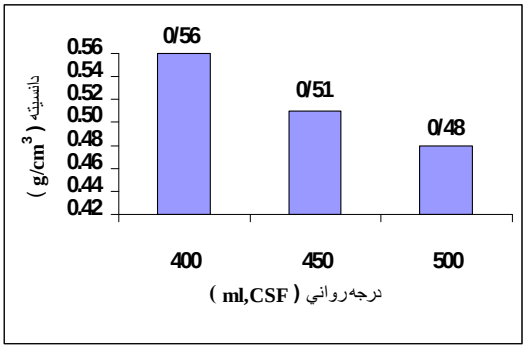
میزان پالایش (تعداد دور پالاینده)	۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰
درجه روانی خمیر کاغذ	۶۶۶	۵۰۰	۴۵۰	۴۰۰

www.SID.ir

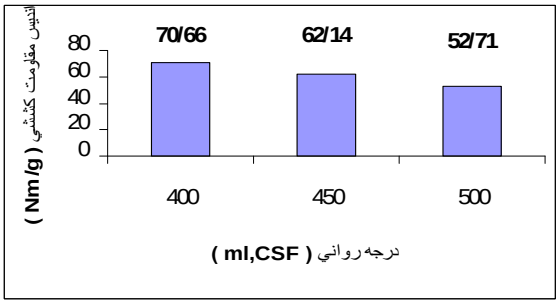
Archive of SID



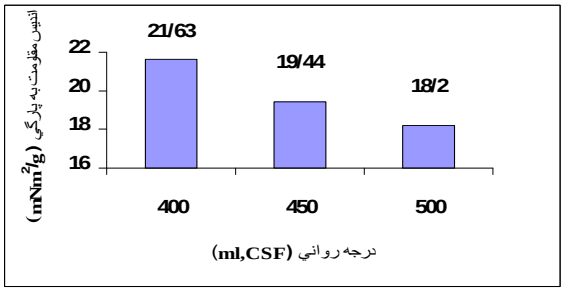
شکل۲- تغییرات دانسیته کاغذ در درجات روانی مختلف.



شکل۳- تغییرات اندیس مقاومت ترکیدگی در درجات روانی مختلف.



شکل ۴- تغییرات اندیس مقاومت کششی در درجات روانی مختلف.



شکل ۵- تغییرات اندیس مقاومت پارگی در درجات روانی مختلف.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میزان پالایش خمیرکاغذ پوست کنف با عدد کاپای مختلف برای رسیدن به درجه روانی ۴۰۰.

میزان پالایش (تعداد دور پالاینده)	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۶۰۰
عدد کاپای خمیر کاغذ	۲۰/۷	۲۵/۳	۳۰/۵

تعیین مناسب‌ترین عدد کاپا: جهت تعیین مناسب‌ترین عدد کاپا در خمیر کاغذ کرافت پوست کنف به لحاظ خصوصیات بهینه کاغذ، خمیر کاغذهای با عدد کاپای مختلف ۲۰/۷، ۲۵/۳ و ۳۰/۵ که تحت شرایط مختلف پخت حاصل شده بودند، تا درجه روانی ثابت ۴۰۰ پالایش شدند (جدول ۳) و ویژگی‌های کاغذ حاصله ارزیابی گردید. نتایج پالایش نشان می‌دهد که با افزایش عدد کاپا و در نتیجه افزایش میزان لیگنین خمیر کاغذ، به‌میزان پالایش کمتری نیاز است که دلیل آن افزایش زبری الیاف و ایجاد نرمه‌های بیشتر در خمیر کاغذ حاصل است.

بررسی آماری خصوصیات فیزیکی و مقاومتی کاغذهای مذکور با استفاده از آزمون تجزیه واریانس نشان داده است که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین خمیرهای کاغذ با عدد کاپای مختلف وجود دارد. همان‌گونه که در شکل ۶ ملاحظه می‌شود با افزایش عدد کاپا دانسیته کاغذ کاهش می‌یابد که علت آن کاهش انعطاف‌پذیری، سطح اتصال و قابلیت لهیدگی الیاف در اثر کاهش میزان لیگنین‌زدایی می‌باشد. براساس آزمون دانکن دانسیته کاغذ با عدد کاپای ۲۰/۷ در یک گروه و دانسیته کاغذهای با عدد کاپای ۲۵/۳ و ۳۰/۵ در گروه دیگر قرار گرفتند و بین میانگین مقادیر اخیر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

با افزایش میزان لیگنین‌زدایی (کاهش عدد کاپا) انعطاف‌پذیری الیاف بیشتر شده و اتصالات بین الیاف افزایش می‌یابد که در نتیجه آن مقاومت به ترکیدگی کاغذ نیز بیشتر می‌گردد (شکل ۷). اندیس مقاومت به ترکیدگی در کاغذ با عدد کاپای ۲۵/۳ با وجود لیگنین‌زدایی کمتر نسبت به عدد کاپای ۲۰/۷، بیشتر می‌باشد که علت آن را می‌توان به غلظت یون هیدروکسید بیشتر در تولید خمیر کاغذ با عدد کاپای ۲۰/۷ نسبت داد (جدول ۱) که این پدیده ضمن افزایش سرعت لیگنین‌زدایی موجب تخریب پلی‌ساکاریدها و احتمالاً افت بیشتر درجه پلیمریزاسیون سلولز (DP) و در نتیجه افت بیشتر مقاومت تک‌تک الیاف شده است. آزمون دانکن نیز میانگین مقادیر اندیس مقاومت به ترکیدگی کاغذهای با عدد کاپای ۲۵/۳ و ۲۰/۷ را در یک گروه و اندیس مقاومت به ترکیدگی کاغذ با عدد کاپای ۳۰/۵ را در گروه دیگر قرار داد (شکل ۷).

با افزایش میزان لیگنین‌زدایی و افت عدد کاپا از ۳۰/۵ به ۲۵/۳، اندیس مقاومت کششی کاغذ نیز افزایش می‌یابد که علت آن افزایش انعطاف‌پذیری الیاف و اتصالات بیشتر بین آنها می‌باشد (شکل ۸). کمتر شدن اندیس مقاومت کششی کاغذ با عدد کاپای ۲۰/۷ نسبت به عدد کاپای ۲۵/۳ و ۳۰/۵ را نیز می‌توان به افزایش غلظت یون هیدروکسید در تولید این نوع خمیر کاغذ نسبت داد. آزمون دانکن نیز میانگین مقادیر اندیس مقاومت کششی این کاغذها را در سه گروه مجزا قرار داد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار این مقاومت مربوط به کاغذ با عدد کاپای ۲۵/۳ و کمترین آن مربوط به کاغذ با عدد کاپای ۲۰/۷ می‌باشد و اندیس مقاومت کششی کاغذ با عدد کاپای ۳۰/۵ اختلاف معنی‌داری با هر دو گروه ندارد (شکل ۸).

با افزایش عدد کاپا و کاهش میزان لیگنین‌زدایی، اندیس مقاومت به پارگی کاغذهای موردنظر افزایش می‌یابد که علت آن را می‌توان به پالایش و یا تعداد دور کمتر پالاینده در پالایش خمیر کاغذ با عدد کاپای بیشتر و نیز استحکام و زبری بیشتر تک‌تک الیاف در خمیر کاغذ با عدد کاپای ۳۰/۵ نسبت به عدد کاپای ۲۵/۳ و ۲۰/۷، نسبت داد.

آزمون دانکن نیز میانگین اندیس مقاومت به پارگی کاغذهای دست‌سازاین خمیرها را در سه گروه مجزا قرار داد، بدین‌ترتیب که بیشترین اندیس مقاومت به پارگی

www.SID.ir

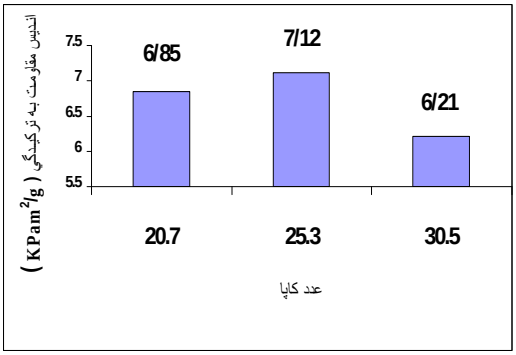
Archive of SID

متعلق به کاغذ با عدد کاپای ۳۰/۵ و کمترین آن مربوط به کاغذ با عدد کاپای ۲۰/۷ می‌باشد (شکل ۹).

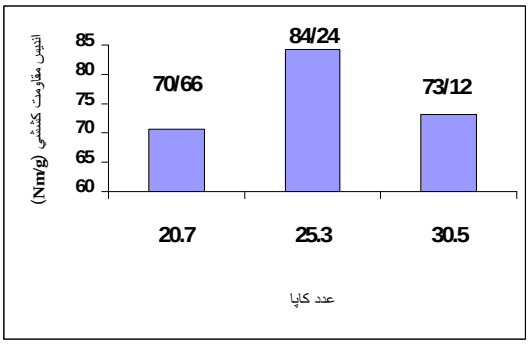
نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج آماری به‌دست آمده و تأثیر متغیرهای پخت برروی بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ کرافت پوست کنف، تیمارهای دارای عدد کاپای خمیر کاغذ حدود ۲۰، ۲۵ و ۳۰ به‌دلیل داشتن بازده مناسب‌تر و یا زمان پخت کوتاه‌تر نسبت به سایر تیمارهای حاصل از شرایط مختلف پخت و با عدد کاپای مشابه، به‌عنوان تیمارهای منتخب اولیه معرفی گردید. نتایج بررسی خصوصیات فیزیکی و مقاومتی کاغذهای حاصل از تیمار با عدد کاپای انتخابی ۲۰/۷ در درجات روانی مختلف ۴۰۰، ۴۵۰ و ۵۰۰ و نیز کاغذهای دست‌ساز با عدد کاپای مختلف در درجه روانی ۴۰۰، نشان داده است که تیمار با عدد کاپای حدود ۲۵ و درجه روانی ۴۰۰ (ml,CSF) به لحاظ خصوصیات بهینه کاغذ و مجموع ویژگی‌ها، مطلوب‌تر از تیمارهای دیگر بوده است و این تیمار برای تهیه خمیر کرافت رنگ بری نشده پوست کنف به‌عنوان تیمار بهینه معرفی می‌گردد.

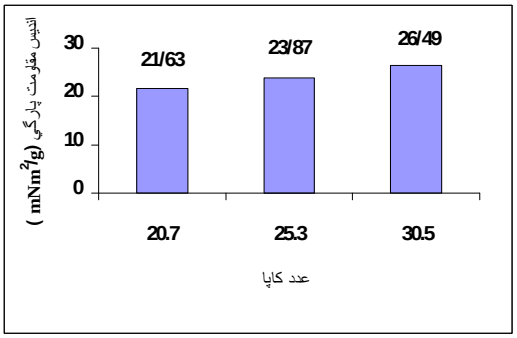
شکل ۶- تغییرات دانسیته کاغذ در عدد کاپای مختلف.



شکل۷- تغییرات اندیس مقاومت ترکیدن کاغذ در عدد کاپای مختلف.



شکل۸- تغییرات اندیس مقاومت کششی کاغذ در عدد کاپای مختلف.



شکل۹- تغییرات اندیس مقاومت پارگی کاغذ در عدد کاپای مختلف.

سپاسگزاری

از کمیسیون کشاورزی شورای پژوهش‌های علمی کشور بابت تصویب و تامین اعتبار طرح ملی "بررسی کیفی- اقتصادی استفاده از گیاه سریع‌الرشد کنف در صنایع خمیر و کاغذ کشور" و از جهاد دانشگاهی تهران به‌عنوان دستگاه اجرایی طرح و نیز از سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران به‌ویژه مهندس سلامی رئیس وقت سازمان مذکور بابت مشارکت در اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Atchison, J.E., and McGovern, J.N. 1983. History of paper and the importance of non-wood plant fibers. In: Secondary fibers and non-wood pulping. Third ed. Hamilton, F. and Leopold, B., Tech. Eds.; Pulp and paper manufacture; Vol.3. Joint Textbook Committee of the Paper Industry: Atlanta, GA, Montreal; pp.1-3.

2.Atchison, J.E. 1996. Twenty-five years of global progress in non-wood plant fiber repulping. Tappi Journal. 79(10): 87-95.

3.Ayres, B.D. 1993. Making paper without trees, World watch, Sep /Oct issue, PP. 41-54.

4.Bagby, M.O. 1996. Kenaf research and development. In: Proceedings of the 8th International Kenaf Association Conference, 21-23 March, Albuquerque, NM, pp. 2-3.

5.Byrd, M.V. Jr. 2000. The response of kenaf woody core to chemimechanical treatments: 2. The effect of water retention and swelling on defibration behavior and strength development. In: Proceedings of Tappi Pulping Process and Product Quality Conference, 5-8 Nov., Boston, MA, Tappi Press: Atlanta, GA; pp. 3-9.

6.Clark, T.F., Bagby, M.O., Cunningham R.L., Touzinsky, G.F., and Tallent, W.H. 1971. CA report No. 40. Non-wood fiber pulping progress report No. 2. Tappi Press: Atlanta; pp. 267-278.

7.Faezipour, M., Hamzeh Y., and Mirshokraei, S.A. 2000. Study of kenaf plant for pulp production, Iranian journal of natural resources, No 3, Volume 53, PP. 239-250.

8.Gartside, G. 1981. Kraft, soda and NSSC pulping of kenaf. In: Kenaf as a potential source of pulp in Australia: Proceedings of the kenaf Conference, May 28-29, Brisbane, Queensland, Wood, I.M. and Stewart, G.A., Eds; CSIRO: Melbourne; pp. 87-99.

9.Hu, H.R., Shi, S.L., and Long, Y.Q. 1999. Characteristics of kenaf and its behavior during sulfate pulping. Cellulose Chemistry and Technology. 33(3): 311-320.

10.Kaldor, A.F., Karlgren, C., and Verwest, H. 1990. Kenaf – a fast growing fiber source for papermaking. Tappi Journal. 73(11): 205-209.

11.Khodabandeh, N. 1987. Agriculture of industrial plants, second volume, Sepehr press center.

12.Law, K.N., Lanouette, R., and Mama, N.D. 2003. Characterization of kenaf by chemimechanical pulping. Tappi Journal. 2(6): 14-18.

13.Liu, A. 2002. World production and utilization of jute, kenaf and allied fibers. http:/ www.chinaconsltinginc.com/kenafworkshop.htm. Accessed on 21st February 2002.

14.Ohtani, Y., Mazumder, B.B., and Sameshima, K. 2001. Influence of the chemical composition of kenaf bast and core on the alkaline pulping response. Journal of Wood Science. 47(1): 30-35.

15.Pant, R., and Kulkarni, A.G. 1990. Kenaf: A potential fiber resource for paper industry. Tappi non-wood plant fiber pulping, progress report No. 5, pp. 45-57.

16.Taylor, K.C., Dhasmana, B., and Hsieh, J.S. 1997. Processing of kenaf bast and core TCF pulp for papermaking application. Tappi Pulping Conference Proceedings, 19-23 Oct., San Fransisco, Book 1, Tappi Press: Atlanta, GA; pp. 493-499.

17.Touzinsky, G.F. 1993. Kenaf, In: Secondary fibers and non-wood pulping. 3rd ed. Hamilton, F. and Leopold, B., Tech. Eds.; Pulp and paper manufacture; Vol. 3. Joint Textbook Committee of the Paper Industry: Atlanta, GA, Montreal; pp. 106-109.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 15(2), Jun-July 2008
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Evaluation of kraft pulp properties from Kenaf bast fibers

[*] H. Resalati [1], N. Naseri [2], A. Kohandel [3] and Gh. Mortezaee [4]

[1]Associate Prof. Dept. of Wood and Paper Sciences and Industries, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [2]Assistant Prof. Dept. of Wood and Paper Sciences and Industries, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [3]M.Sc. graduated student Dept. of Wood and Paper Sciences and Industries, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [4]Assistant Prof. Research Staff Member of Jahade Daneshgahi, College of Natural Resources, Pardis 3, University of Tehran, Iran

Abstract

The kenaf samples at the present research were prepared from a digitated leaf variety 7635 (*Hibiscus cannabinus*), in Varamin Cotton Investigations Center. Kenaf bast fibers have been separated from woody cores of whole kenaf plants and were cut to 4-5 centimeter pieces after washing with tap water, air dried and consequently used for making kraft pulp. Under different cooking conditions (Sulfidity 25%, Cooking temperature 170 °C, Liquor to chips ratio 7:1, active alkali of 14, 16 and 18% and cooking times of 30, 50 and 75 min), several pulps in the pulp yield ranges of 50 to 60 % and kappa number of 17 to 30, were obtained. The results of kenaf pulp evaluations have shown that, the independent effects of active alkali and cooking times on kappa number and pulp yield were significant at 99% confidence, but their corresponding effects were significant for kappa number and insignificant for pulp yield at both 95 and 99% confidence levels. Based on the relations between pulp yield and kappa number, three different treatments in the kappa number ranges of 20, 25 and 30 were selected. In order to determine the appropriate kappa number and refined pulp freeness in terms of optimum paper properties, hand sheets of kenaf bast fiber kraft pulps at different levels of kappa number and pulp freeness of 400, 450 and 500 ml, CSF, have been evaluated. The results have shown that, kenaf bast fiber kraft pulp at kappa number of 25 and pulp freeness of 400 had better quality in case of overall paper properties.

Keywords: Bast Fiber; Kraft Pulp; Pulp Yield; Kappa Number; Pulp Freeness

*- Corresponding Author; Email: hnresalati@yahoo

www.SID.ir