دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه جهت دریافت مدرک کارشناسی ارشد در رشته صنایع خمیر و کاغذ

تولید و ارزیابی خمیر کاغذ APMP پیش تیمار شده پوست و مغز کنف

پژوهش و نگارش:

محمد جوادی منش

استاد راهنما:

احمد رضا سرائیان

۱۳۹۰

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه جهت دریافت مدرک کارشناسی ارشد در رشته صنایع خمیر و کاغذ

تولید و ارزیابی خمیر کاغذ APMP پیش تیمار شده پوست و مغز کنف

پژوهش و نگارش:

محمد جوادی منش

استاد راهنما:

احمد رضا سرائیان

اساتید مشاور:

حسین رسالتی

علی قاسمیان

۱۳۹۰

تعهد نامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی – پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلا به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
۳) انتشار پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **محمد جوادی منش** دانشجوی رشته **صنایع خمیر و کاغذ** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

تشکر و قدردانی:

از همکاری های شرکت معیار گستر صدر و کارخانه چوکا در انجام آزمون های کاغذ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

تقدیم به

برادر عزیزم مجید

چکیده

در این تحقیق تاثیر چند پیش تیمار شامل: آب جوش، هیدروکسید سدیم ۲ درصد و اسید نیتریک ۰/۱ نرمال بر ویژگی های خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی (APMP) از پوست و مغز کنف به طور جداگانه بررسی شد. نسبت مایع خمیرسازی به ماده اولیه در تمام مراحل ۱۰ به ۱ در نظر گرفته شد. دما و زمان برای هر یک از مراحل پیش تیمار، اول و دوم خمیر سازی (تیمار اصلی) به ترتیب ۹۵، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی گراد و ۳۰، ۲۰ و ٦۰ دقیقه و مقدار پراکسید هیدروژن مورد استفاده برای مراحل اول و دوم خمیرسازی به ترتیب ۱ و ۳ درصد در نظر گرفته شد. مقدار pH نهایی در پایان مرحله اول حدود ۱۰ و در پایان مرحله دوم حدود ۹ تنظیم شد. مقدار پراکسید هیدروژن باقیمانده در پایان مراحل پخت ۱۵-۵ درصد تعیین گردید. ساخت کاغذ و اندازه گیری ویژگی های آن ها بر اساس آیین نامه TAPPI انجام گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین بازده برای پوست و مغز کنف مربوط به نمونه شاهد با مقادیر ۷۹/۸۷ و ۸۵/٤ درصد و بیشترین درجه روشنی مربوط به خمیر کاغذ پوست پیش تیمار شده با اسید نیتریک و نمونه شاهد مغز کنف به ترتیب برابر ٦۰/۱۱ و ٦۹/۳۵ درصد ایزو می باشد. بیشترین شاخص مقاومت به پاره شدن به ترتیب ۸/۲۰ و ۷/٤۹ mNm^2/g مربوط به خمیر کاغذ پیش تیمار شده با هیدروکسید سدیم برای پوست و مغز کنف بود.

واژه های کلیدی: APMP، پوست کنف، مغز کنف، درجه روشنی، بازده خمیرکاغذ

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول

مقدمه..... ۱

۱-۱- جایگاه کنف در صنعت خمیر کاغذ..... ۲

۱-۲- استفاده از فرایند APMP برای ساخت کاغذ کنفی..... ۵

۱-۳- شیمی رنگبری با پراکسید..... ۸

۱-۳-۱- ساختار کرموفر..... ۸

۱-۳-۲- خاصیت قلیایی..... ۸

۱-۳-۳- کیلیت شدن فلزات..... ۹

۱-٤- بررسی پیش تیمار های اسیدی، قلیایی و خنثی..... ۱۰

۱-۵- بیان مسئله..... ۱۲

۱-۵- فرضیه ها..... ۱۳

۱-٦- اهداف..... ۱۳

فصل دوم

سابقه تحقیق..... ۱۵

فصل سوم

مواد و روش ها..... ۲۵

۳-۱- تهیه ماده اولیه..... ۲٦

۳-۲- شرایط پیش تیمار..... ۲٦

۳-۳- شرایط تیمار اصلی..... ۲٦

۳-۳-۱- مرحله اول..... ۲٦

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۳-۲- مرحله دوم..... ۲۷
۳-٤- نحوه انجام پیش تیمار..... ۲۷
۳-٤-۱- شرایط پیش تیمار با اسید..... ۲۷
۳-٤-۲- شرایط پیش تیمار با هیدرواکسید سدیم ۲ درصد..... ۲۸
۳-٤-۳- شرایط پیش تیمار با آب جوش..... ۲۸
۳-۵- نحوه انجام تیمار اصلی..... ۲۸
۳-۵-۱- مرحله اول ۲۸
۳-۵-۲- مرحله دوم..... ۲۸
۳-۵-۳- خنثی سازی خمیرکاغذ..... ۲۹
۳-٦- تعیین مقدار بازده..... ۲۹
۳-٦-۱- تعیین بازده پس از پیش تیمار..... ۳۰
۳-٦-۲- تعیین بازده پس از مرحله اول تیمار اصلی..... ۳۰
۳-٦-۳- تعیین بازده پس از مرحله دوم تیمار اصلی..... ۳۰
۳-٦-٤- تعیین بازده خمیر کاغذ پالایش شده ۳۰
۳-۷- تعیین مقدار هیدروکسید سدیم باقیمانده..... ۳۱
۳-۸- اندازه گیری مقدار پراکسید هیدروژن باقیمانده در مایع پخت ۳۲
۳-۹- اندازه گیری درجه روانی خمیر..... ۳۳
۳-۱۰- پالایش ثانویه خمیر..... ۳۳
۳-۱۱- تهیه کاغذ دست ساز..... ۳٤
۳-۱۲- اندازه گیری ویژگی های نوری کاغذ..... ۳۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۱۲-۱- درجه روشنی..... ۳۵
۳-۱۲-۲- ماتی..... ۳۶
۳-۱۳- اندازه گیری ویژگی های فیزیکی کاغذ..... ۳۷
۳-۱۳-۱- وزن پایه..... ۳۷
۳-۱۳-۲- ضخامت..... ۳۷
۳-۱۳-۳- بالک و دانسیته..... ۳۸
۳-۱٤- اندازه گیری ویژگی های مکانیکی کاغذ..... ۳۹
۳-۱٤-۱- شاخص مقاومت به پاره شدن..... ۳۹
۳-۱٤-۲- شاخص مقاومت به ترکیدن..... ٤۰
فصل چهارم
بحث و نتایج..... ٤۱
٤-۱- اندازه گیری pH و پراکسید هیدروژن باقیمانده..... ٤۲
٤-۲- تجزیه و تحلیل آماری..... ٤۳
٤-۳- بازده خمیر کاغذ..... ٤۷
٤-٤- ویژگی های نوری کاغذ دست ساز..... ۵۱
٤-٤-۱- درجه روشنی..... ۵۱
٤-٤-۲- ماتی..... ۵٤
٤-۵- ویژگی های فیزیکی..... ۵۷
٤-۵-۱- ضخامت..... ۵۷
٤-۵-۲- بالک..... ۵۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

٤-٦- ویژگی های مکانیکی کاغذ دست ساز..... ٦٢
٤-٦-١- شاخص مقاومت به پاره شدن..... ٦٢
٤-٦-٢- شاخص مقاومت به ترکیدن..... ٦٥
فصل پنجم
نتیجه گیری..... ٦٩
پیشنهادات..... ٧٢
منابع..... ٧٣

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

۱-۱- مقایسه خمیرکاغذ P-RC APMP چوب صنوبر و ساقه کنف.....٦

٤-۱- مقدار pH و پراکسید هیدروژن باقیمانده در پایان هر یک از مراحل فرآوری APMP پوست و مغزکنف.....٤٢

٤-۲- مقدار مایع باقیمانده در پایان هر یک از مراحل فرآوری APMP از پوست و مغز کنف.....٤٣

٤-۳- تجزیه واریانس فاکتورهای اندازه گیری شده در خمیر کاغذ APMP از پوست کنف.....٤٤

٤-٤- تجزیه واریانس فاکتورهای اندازه گیری شده در خمیر کاغذ APMP از مغز کنف.....٤٥

٤-٥- آزمون دانکن بازده و ویژگی های فیزیکی خمیر کاغذ APMP پوست و مغز کنف.....٤٦

٤-٦- آزمون دانکن ویژگی های مکانیکی خمیر کاغذ APMP پوست و مغز کنف.....٤٦

٤-۷- آزمون دانکن ویژگی های نوری خمیر کاغذ APMP پوست و مغز کنف.....٤٧

٤-۸- بازده خمیر کاغذ APMP پوست و مغز کنف بعد از هر مرحله فراوری خمیر.....٤٨

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

۱-۱- مقایسه تاثیر پیش تیمار قلیایی و اسیدی بر روی ساختارهای لیگنوسلولزی..... ۱۰
٤-۱- مقایسه بازده خمیر پس از هر یک از مراحل فراوری با خمیر شاهد APMP پوست کنف..... ٤۹
٤-۲- مقایسه بازده خمیر پس از هر یک از مراحل فراوری با خمیر شاهد APMP مغز کنف..... ۵۰
٤-۳- مقایسه ی درجه روشنی در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از پوست کنف..... ۵۲
٤-٤- مقایسه ی درجه روشنی در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از مغز کنف..... ۵۳
٤-۵- مقایسه ی ماتی در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از پوست کنف..... ۵۵
٤-٦- مقایسه ی ماتی در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از مغز کنف..... ۵٦
٤-۷- مقایسه ی ضخامت در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از پوست کنف..... ۵۸
٤-۸- مقایسه ی ضخامت در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از مغز کنف..... ۵۹
٤-۹- مقایسه ی بالک در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از پوست کنف..... ٦۰
٤-۱۰- مقایسه ی بالک در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از مغز کنف..... ٦۱
٤-۱۱- مقایسه ی شاخص مقاومت به پاره شدن در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از پوست کنف..... ٦۳

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

٤-١٢- مقایسه ی شاخص مقاومت به پاره شدن در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از مغز کنف..... ٦٤
٤-١٣- مقایسه ی شاخص مقاومت به ترکیدن در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از پوست کنف..... ٦٥
٤-١٤- مقایسه ی شاخص مقاومت به ترکیدن در نمونه های پیش تیمار شده با شاهد در خمیر کاغذ APMP از مغز کنف..... ٦٦

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- جایگاه کنف در صنعت خمیر کاغذ

از سال ۱۹۷۰ به بعد ظرفیت تولید خمیر کاغذ از گیاهان غیر چوبی در سراسر دنیا افزایش قابل ملاحظه ای داشته است. در سال ۱۹۷۰ ظرفیت خمیر کاغذ از گیاهان غیر چوبی ٦/۷ از کل ظرفیت تولید خمیر کاغذ را شامل می شد. که در سال ۱۹۸۵ این رقم به ۸/۱ درصد رسید و بر اساس پیش بینی این مقدار برای سال۱۹۹۰، ۹/۱ درصد شده بود (کوپلان، ۲۰۰۰). متوسط افزایش سالانه خمیر کاغذ از گیاهان غیر چوبی بیشتر از ۲ برابر افزایش سالانه خمیرکاغذ از چوب است. فیبر گیاهان غیر چوبی که به عنوان پتانسیلی برای تولید خمیر کاغذ مطرح هستند شامل: ۱- پسماندهای کشاورزی مانند باگاس و کاه ۲- گیاهانی که در طبیعت به صورت خودرو یافت می شوند مانند بامبو، نی، علف ها ۳- گیاهانی که برای تولید رشد داده می شوند مانند کنف، کلونالاریا، جوت، شاهدانه، آباکا، سیسال و کتان می باشند (کوپلان، ۲۰۰۰).

کنف گیاهی دو لپه است که قسمت بیرونی آن شامل ۳٤ درصد الیاف پوست و قسمت درونی شامل ٦٦ درصد الیاف مغز است. الیاف پوست حدود ۲/٤۸ میلی متر طول دارد که شبیه سوزنی برگان است ولی الیاف مغز کوتاه تر است، اندازه آن حدود ۰/۷۲ میلی متر و درصد الیاف شبیه پهن برگان است (عشوری، ۲۰۰٦). الیاف پوست کنف کمی کوتاه تر و مقداری لاغرتر از الیاف سوزنی برگان است و این باعث ایجاد پیوند مناسب و مقاومت خوب خمیر کاغذ می شود. الیاف پوست با دیواره سلول ضخیم تر و قطر حفره کوچک تر دارای شفافیت و تخلخل مناسب می باشد. پوست کنف از دسته های الیاف، سلول های پارانشیمی مجزا، مقداری نشاسته و پکتین تشکیل شده است. ساختار بافت چوبی آن مشابه پهن برگان است و شامل الیاف، سلول های پارانشیمی، عناصر آوندی و سلول های شعاعی است. سلول های شعاعی و مغز در کنف زیاد است (ولگریدیس و همکاران، ۲۰۰۰). در آنالیز شیمیایی پوست و مغز کنف، مقدار سلولز، آلفا سلولز، لیگنین، مواد قابل حل در آب گرم، مواد قابل حل در هیدروکسید سدیم یک درصد و

خاکستر برای پوست کنف به ترتیب ۵۷/٤، ٤۲/۲، ۷/۷، ۱٤، ۳۳/۷، ۵/۵ درصد و برای مغز کنف نیز ۵۱/۲، ۳۳/۷، ۱۷/٤، ۷/۸، ۳۲/۱، ٤/۲ گزارش شده است (کیسی، ۱۹۷۹).

کنف گیاهی با رشد سریع است که در طی ۵-٤ ماه با دما، خاک و بارش باران مناسب ارتفاع آن به ۵/۵ – ۳/۷ متر و قطر ساقه آن به ۵۱-۲۵ میلی متر می رسد (کالدر و همکاران، ۱۹۹۰). بازده تولید کنف از زمین های کشت شده گوناگون است و به مقدار ۳۰-۱۲ تن در هکتار می باشد که نسبت به چوب کاج رادیاتا ۵-۳ برابر بیشتر است (ویلار و همکاران، ۲۰۰۹). بازده کنف به نوع خاک، موجودات ذربینی موجود در خاک، شرایط آب و هوایی منطقه بستگی دارد و بررسی ها نشان می دهد انتخاب موجودات ذربینی مناسب در یک منطقه مهم می باشد (ماهاپاترا و همکاران، ۲۰۰۹). هنگامی که موجودی جوت در جنگ جهانی دوم کاسته شد، در اوایل دهه ی ۱۹٤۰ کنف به عنوان یک جایگزین فیبری مورد توجه قرار گرفت. در این زمینه، در کوبا یک برنامه تحقیقاتی مشترک توسط اداره ی کشاورزی ایالات متحده (USDA) و کمیسیون همکاری فیبر (CFC) به وجود آمد تا در مورد کنف به عنوان یک محصول الیاف بلند تحقیق کند. تحقیق بعدی در دهه ی ۱۹۵۰ بر پتانسیل استفاده از کنف به منزله ی یک منبع فیبری برای تولید خمیر کاغذ متمرکز بود. تحقیقات اخیر چندین محصول جدید را مشخص ساخته اند که می توانند از الیاف کنف ساخته شوند به انضمام جذب کننده های لکه های نفتی، بستر دام، مواد بسته بندی، تخته خرده و تخته عایق، فیلترها و پوشش هایی برای بذور وحشی و چمن (۱۹۹۳، USDA). همچنین برگ کنف با دارا بودن ۲۰ تا ۳۰ درصد پروتئین خام، ممکن است به عنوان یک منبع برای خوراک دام برداشت گردد. کنف با دامنه ی نسبتا وسیع از شرایط آب و هوایی و خاک سازگار می شود، البته بی نهایت به یخبندان حساس است و کاشت باید در زمانی صورت گیرد که فصل رویش حداکثر شود و از سرمای شدید اجتناب گردد. در ایالات متحده ی آمریکا کنف بیشتر با شرایط رویشی ایالات جنوبی، از فلوریدا تا تگزاس و کالیفرنیا سازگار شده است. بهترین عملکرد، از خاک حاصلخیز با زهکشی خوب حاصل می شود. در ایالات متحده

آمریکا کنف با استفاده از تجهیزات اصلاح شده ویژه ی نیشکر و وسایل خرد کننده ی تهیه ی علوفه دارای قابلیت تغییر برداشت می گردد. قبل از فرآیند تفکیک، اگر برداشت با تجهیزات ویژه ی نیشکر صورت گرفته باشد، کل ساقه انبار می گردد. و چنانچه برداشت با وسایل خردکننده تهیه علوفه انجام گرفته باشد، کنف معمولا در قالب های فشرده انبار می شود. بعد از تفکیک فیبر، الیاف پوست که جدا شده اند، برای حمل و انبار سازی دسته بندی می گردند. عملیات بر روی مواد مغزی از طریق یک آسیاب چکشی انجام می گیرد و ذرات حاصل جمع آوری می شوند (راول، ۱۹۹۷). ارتباطی بین زاویه فیبر و ویژگی های مقاومتی خمیر کاغذ وجود دارد. فیبرهای کنف در مقایسه با چوب دارای فیبریل های با زاویه کم است (آراواموتان و همکاران، ۲۰۰۲). لیگنین چوب مختلف و معمولا بین ۲۰ تا ۳۰ درصد، به طور جداگانه برای سوزنی برگان ۳۵ – ۲۵ درصد و برای پهن برگان ۲۵ – ۱۸ درصد است (بیرمان ۱۹۹٦). مقدار لیگنین برای گیاهان غیر چوبی بین ۲۳–۵ درصد است (گورینگ، ۱۹۷۱). مقدار خاکستر در پوست و مغز کنف کمتر از بیشتر گیاهان غیر چوبی مانند بامبو و کاه برنج اما بیشتر از چوب های مرسوم مورد استفاده برای خمیرهای تجاری است (عبدل – خلیل و همکاران، ۲۰۱۰؛ عشوری، ۲۰۰٦). گیاهان غیر چوبی حدود ۷–۵ درصد از تولیدات خمیر کاغذ را در سراسر جهان شامل می شود. تولید این نوع خمیر در دو دهه گذشته نسبت به خمیر کاغذ از چوب سرعت بیشتری داشته است (کیسی، ۱۹۹۰). اتچیسون (b ۱۹۹۲، ۱۹۹۱، b ۱۹۹۸) بارها پتانسیل کنف را به عنوان منبع خمیر یک ساله متذکر شده است. علاوه بر این، وی (b ۱۹۹۲) یادآوری کرد که تولید کنف ممکن است با گسترش بازارها به سرعت افزایش یابد. کاغذ تولید شده از خمیر کاغذ کنف دارای قدرت نگه داری مرکب عالی و دارای مقاومت کششی زیادی می باشد به همین دلیل ایده ای برای پرس های سرعت بالا است (اگبونایا، ۱۹۹۷). فرآیندهای مکانیکی که در آن با استفاده از قلیا و هیدروژن پراکسید با هم خمیر کاغذ مکانیکی تهیه می شود به فرآیند خمیر مکانیکی پراکسید قلیایی

(APMP) معروف است. اثبات شده که از انواع گیاهان غیر چوبی، خمیر کاغذ های با کیفیت خوب و درجه روشنی بالا به دست می آید (زو، ۲۰۰۰).

۱-۲- استفاده از فرآیند APMP برای ساخت کاغذ کنفی

تکستور[1] در سال ۱۹۶۲ به قابلیت رنگ بری در حین پالایش پی برد و توالی های افزودن مواد شیمیایی را در حین پالایش مطرح کرد و موجب شد تا مسئله ی ثبات پراکسید در pH و دمای بالا توجه زیادی را به خود معطوف کند. در همان سال فنل[2] موضوع تیمار قلیایی خرده چوب ها را مطرح کرد که با افزودن محلول پراکسید در پالاینده دنبال می شود. آرل در سال ۱۹۸۰، استفاده از دو مرحله آغشته سازی قبل از پالایش را پیشنهاد کرد به طوری که ابتدا یک محلول با پراکسید هیدروژن کم و هیدروکسید سدیم زیاد و سپس محلولی با هیدروکسید سدیم کم و پراکسید هیدروژن زیاد استفاده می شد. در همین سال هوک، یک فرآیند دو مرحله ای مشابه را با مقدار قلیایی کمتر در مرحله دوم پیشنهاد کرد و این تحقیق به پایه و مرجعی برای APMP تبدیل شد. در سال ۱۹۸۹، این روش برای اولین بار در کنفرانس بین المللی تولید خمیر به روش مکانیکی مطرح شد. فرآیند APMP به وسیله ی شرکت اندیتز اسپروت – باور[3] در ایالات متحده در سال ۱۹۸۹ معرفی شده است، هنگامی که تشخیص داده شد که کارآیی بیشتری از فرآیند شیمیایی - مکانیکی برای پهن برگان دارد. این فرآیند در سراسر دنیا مورد توجه و استفاده قرارگرفت زیرا این روش خمیر کاغذسازی مکانیکی دوستدار محیط زیست است در ضمن کیفیت خمیر APMP قابل مقایسه با خمیرهای شیمیایی است (فنگ و همکاران، ۲۰۰۰). در فرآیند APMP مراحل رنگ بری و خمیرسازی با هم یکی شده اند، که این هزینه نصب تاسیسات و عملیات را کاهش می دهد (کوپلان و

[1] Textor
[2] Fennel
[3] Andritz sprout – bauer

همکاران، ۲۰۰۰). علاوه بر این، APMP فرآیندی انعطاف پذیر و سازگار با انواع پسماندهای گیاهان غیر چوبی مانند باگاس، کنف، جوت، و کاه گندم می باشد. مقدار درجه روشنی خمیر کاغذ به دلیل استفاده پراکسید هیدروژن در فرآیند APMP در مقایسه با فرآیند سودای سرد به طور متوسط حدود ٤٨ درصد بیشتر است. افزایش نسبت قلیا به پراکسید پس زده غربال را کاهش می دهد و افزایش بازده بعد از غربال را باعث می شود. افزایش غلظت قلیایی نیز باعث مصرف پراکسید هیدروژن می شود که کاهش درجه روشنی را به همراه دارد. کارخانه آندریتز ویتنام از تکنولوژی P-RC APMP استفاده می کند که از کنف به عنوان ماده اولیه استفاده می شود. در این فرآیند با کمترین هزینه عملیاتی کیفیت بهبود می یابد و مصرف انرژی (۳۰٪-۲۰) کاهش می یابد (ربرنیک و همکاران، ۲۰۰۵).

مقایسه خمیر P-RC APMP از صنوبر و کنف نشان می دهد که حتی اگر مقدار پراکسید و هیدروکسید سدیم را در کنف مقداری بیشتر در نظر بگیرند و همچنین مقدار درجه روانی صنوبر را کمتر کنند باز هم بازده کنف از صنوبر بیشتر است، همچنین مقاومت کششی و حجم ویژه بیشتری نیز خواهد داشت (جدول شماره ۱-۱):

جدول ۱-۱- مقایسه خمیرکاغذ P-RC APMP چوب صنوبر و ساقه کنف

ماده اولیه	درجه روانی CSF (ml)	شاخص مقاومت کشش (N.m/g)	حجم ویژه (cm^3/g)	شاخص مقاومت ترکیدن ($kPa.m^2/g$)	درجه روشنی (%ISO)	ضریب پخش نور (m^2/g)	ماتی (%)	NaOH (%)	H_2O_2 (%)
کنف	۲۲۰	۳٦	۲/٥	۱/٦	۷۰	٦۷	۹۲	۳/۳	۲/٥
صنوبر	۲۰۰	۲۷	۲/٥	۱/۱	۷۱	٥۳	۸۸	۳	٥/۱