دوفصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲٤، شمارهٔ ۲ ، صفحهٔ ۳۱٤-۳۰۷، (۱۳۸۸)

لیگنین زدایی خمیر CMP با استفاده از قارچ رنگین کمان (*Trametes versicolor*)

نورالدین نظرنژاد*[۱] و محمد تقی اسداالهزاده[۲]

۱*- مسئول مکاتبات، استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری. پست الکترونیک: nazarnezhad82@yahoo.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۸

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر لیگنین زدایی قارچ رنگین کمان بر روی خمیر CMP انجام شد. در این تحقیق خمیر CMP کارخانه چوب و کاغذ مازندران جهت لیگنین زدایی انتخاب شد. تشک های گرد به ابعاد ۷cm قطر و ۱mm ضخامت از خمیر CMP تهیه و بوسیله عصاره مخمر با غلظت ۱ گرم بر لیتر تقویت شدند. پس از استرلیزه کردن تشک های الیاف، بوسیله میسیلیوم قارچ تیمار شدند. مدت زمان تیمار با قارچ در چهار سطح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز تحت شرایط ۲۵°c و رطوبت ٤۰٪ در نظر گرفته شد. از بخشی از خمیر تیمار شده کاغذ استاندارد تهیه و خواص نوری و مکانیکی آن اندازه‌گیری گردید و از بخش دیگر خمیر در غلظت ثابت ۱۰٪ ابتدا در دمای ۷۰°c به مدت ۸۰ دقیقه با ۲٪ هیدروکسید سدیم مورد استخراج قلیایی قرار گرفت و سپس در دمای ۵۰°c به مدت ۱ ساعت با ٤٪ پراکسید هیدورژن رنگ‌بریی شد و در نهایت از آنها کاغذ استاندارد تهیه و خواص نوری آنها اندازه‌گیری شد. نتایج این بررسی نشان می دهد که از بین تیمار زمان برای لیگنین زدایی، زمان بهینه۱۰ روز با کاهش ۵/۹٪ در مقدار لیگنین می باشد. مقاومت های مکانیکی نمونه های تیمار شده کمتر از نمونه های شاهد بودند ولی از نظر آماری معنی دار نشده ند. خواص نوری خمیرهای تیمار شده با قارچ ضعیف‌تر از نمونه‌های شاهد بودند ولی پس از اعمال مراحل استخراج قلیایی و رنگ‌بریی با پراکسید هیدروژن این خواص بهبود یافته و بهتر از نمونه‌های شاهد شدند.

واژه‌های کلیدی: خمیرکاغذ شیمیای-مکانیکی، قارچ رنگین کمان، لیگنین زدایی، رنگ‌بریی، خواص مکانیکی و نوری کاغذ

مقدمه

امروزه کاربرد بیوتکنولوژی در صنعت خمیر و کاغذ به صورت زمینه ای فعال و کارآمد در تحقیقات در آمده است. از سالها قبل بیوتکنولوژی به صورت بخشی از صنعت کاغذ در تصفیه پساب و ضایعات و تخمیر مایع مصرف شده سولفیت جهت تولید نشاسته برای آهارزنی کاغذ و کنترل تجمع لجن در ماشین کاغذ در این صنعت کاربرد داشته است ولی در سالهای اخیر تحقیقات زیادی در این زمینه در راستای بکارگیری در تولید خمیر، رنگ‌بریی، تغییر الیاف و بهبود کیفیت درختان برای کاغذ سازی صورت گرفته است.

جذب نور توسط خمیر کاغذ و رنگ آن عمدتا ناشی از لیگنین موجود در آن است. در نتیجه برای رسیدن به میزان قابل قبولی از سفیدی، بایستی لیگنین باقیمانده را از خمیر خارج کرد یا گروههای رنگ ساز آن را تا آن جا که ممکن است از بین برد.

فرآیند رنگ‌بریی خمیر شیمیایی، عامل اصلی افزایش دیوکسینها و دی بنزو فورانهای پلی کلردار شده در محیط زیست است. از آنجا که این ترکیبات به شدت سمی و سرطانزا هستند تعداد زیادی از محققان را بر آن داشت که پساب واحدهای رنگ‌بریی را مطالعه کنند تا منشأ اصلی این ترکیبات مشخص شود و راههای حل مشکل پیشنهاد شود. پژوهش ها نشان داد که منشاء اصلی این ترکیبات، توالی کلردارکردن – استخراج در فرایندهای رنگ‌بریی خمیرکاغذ است. با توجه به اینکه اجرای برنامه های کاهش آلودگیها در صنعت خمیر و کاغذ عموما پر خرج است و عملیات پرهزینه ای را می طلبد محققین را بر آن داشت تا در مورد رنگ‌بریی بیولوژیکی خمیر کاغذ مطالعات و پژوهش های وسیعتری انجام دهند[۱و۲].

فکر جداسازی لیگنین از خمیر کرافت به کمک ارگانیسم های هیدرولیز کننده ی لیگنین یا رنگ‌بریی بیولوژیکی آن از مدت ها قبل وجود داشته است. تیمار خمیرهای با لیگنین کم با این قارچ‌های منجر به سفیدی بالاتر و رنگ‌بریی این نوع خمیرها گردیده است.

قارچ رنگین کمان جزء قارچ‌هایی پوسیدگی سفید می‌باشد که می تواند خمیر کاغذ را لیگنین زدایی نماید. این قارچ پلیمر لیگنین را به مواد قابل استخراج با قلیا تخریب می کند و سپس آنها را به مواد قابل حل تبدیل می نماید. قارچ‌هایی پوسیدگی سفید بطور گسترده ای قادر به معدنی کردن (تبدیل به CO_2) و محلول کردن لیگنین هستند. این قارچ ها ترکیبات متنوعی از آنزیم های خارج سلولی لیگنین پراکسیداز، پراکسید منگنز و لاکاز را تولید می کنند که نقش مهمی را در تخریب لیگنین بازی میکنند [٦] .

Koki و همکاران (۱۹۹۳) خمیرهای کرافت سوزنی برگ را جهت رنگ‌بری بیولوژیکی به وسیله قارچ پوسیدگی سفید *IZU-154* تیمار کردند. بعد از ۵ روز تیمار، براقیت خمیر کرافت سوزنی برگ تجاری از ۲۳٪ به ۲۷٪ ISO افزایش پیدا کرد. همچنین براقیت بعد از ۱۲ روز تیمار نیز به ۵۲٪ ISO افزایش پیدا کرد. کاهش بازده برای خمیر تیمار شده با *IZU-154* نسبت به دو قارچ پوسیدگی سفید دیگر خیلی پایین تر بود.

Koki و همکاران (۱۹۹۱) توانایی چهار قارچ) *IZU-154, Coriolus versicolor, Phanerochaete Chrysosporium and Coriolus hirsutus* (به رنگ‌بری خمیر کرافت پهن برگان مورد آزمایش قرار دادند. قارچ IZU-154 بیشترین سفیدی را باعث شد، به طوری که خمیر با ۲۸٪ سفیدی را پس از ۵ روز به ۵۲٪ و پس از ۱۱ روز به ٦۳٪ افزایش داد. در حالی که عدد کاپا از ۲۰/۹ پس از ۵ روز به ۸/۵ و پس از ۱۱ روز به ۵/۷ کاهش یافت. ترکیب رنگ‌بریی قارچ (F) و مواد شیمیایی (CED) خمیر با ۸۸٪ سفیدی را تا ۹٤٪ افزایش داده‌است که تقریبا همان نتیجه ای را می دهد که از توالی رنگ‌بریی CEDED بدست می آید.

Sakai و Kondo (۱۹۹٤) نشان دادند که قارچ *Phanerochaete sordida yk-624* که از یک چوب پوسیده جدا شده بود فعالیت شدیدی در تنزل لیگنین و رنگ‌بریی خمیر کرافت دارد. همچنین ارتباطی میان افزایش براقیت خمیر کرافت و عملکرد منگنز پروکسید نهفته در گونه ی قارچی *P.sordida yk-624* مشاهده کردند. براقیت خمیر در حدود ۱۰ ٪ افزایش یافت و عدد کاپا در حدود ٦ واحد کاهش پیدا کرد.

J.E.Sealey و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که لاکاز به همراه واسطه در لیگنین زدایی خمیر کرافت موثر می‌باشد. واسطه‌های فعال زیادی جهت لیگنین‌زدایی وجود دارد که موثرترین آنها حاوی گروه فعال N-OH می باشد

و البته موثرترین آن‌ها هیدروکسی بنزوتریزول (HBT) می‌باشد که در لیگنین‌زدایی خمیر کرافت نسبت به دیگر واسطه‌ها اثر بیشتری دارد.

Nezamoleslami و همکاران (۱۹۹۸) خمیرهای سودا–آنتراکینون (Soda-AQ) را که از فیبر کنف دو منطقه چین و ژاپن ساخته شده بودند را با قارچ پوسیدگی سفید *Chrysosporium phanerochate* تیمار نمودند. بعد از ٦ روز تیمار، عدد کاپای خمیرها به حدود ٦٧٪ برای خمیر ژاپنی و به حدود ۳۲٪ برای خمیر چینی کاهش پیدا کرد. توالی رنگ‌بریی بیولوژیکی، ترکیب تیمار قارچی و توالی EF می باشد که با توالی رنگ‌بریی متداول CEH مقایسه شد. در این مقایسه فاکتورهای براقیت، ماتی، بازده و مقاومت مورد بررسی قرار گرفتند.

Ian D. Reid (۱۹۹۸) خمیرهای کرافت پهن برگ و سوزنی برگ دو گونه صنوبر و نوئل را که حاوی لیگنین نشانه گذاری شده با ^{14}C بودند، با قارچ *T. versicolor* تیمار شدند. تغییرات خمیر در طول تیمار با قارچ ردیابی شد. بعد از پلیمر شدن اولیه لیگنین، قارچ، آنها را به شکلهای قابل استخراج دپلیمره کرده و سپس به صورت قابل حل درمی آورند. فرآورده های قابل استخراج و قابل حل الیگومر بودند و فرآورده های آروماتیک تک حلقه ای شناسایی نشدند. این قارچ ممکن است آنزیم های اضافی تولید کند که می تواند در سیستم های رنگ‌بریی آنزیمی مفید باشد.

عنایتی و همکاران (۱۳۸۵) امکان استفاده از آنزیم زایلاناز در پیش رنگ‌بریی خمیر کاغذ کرافت راش را بررسی نمودند. در این تحقیق آنزیم زایلاناز تجارتی حاصل از قارچ *Trichoderma viride* در مقادیر ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ واحد و سطوح زمانی ۱۲، ۱٦ و ۲۰ ساعت بر خمیر کاغذ تاثیر داده شد و سپس رنگ‌بریی اصلی با دو توالی B_1 (هیپوکلریت ۲ درصد با زمان ۱ ساعت+ استخراج قلیایی + هیپوکلریت ۱/۵ درصد با زمان ۲ ساعت) و B_2 (هیپوکلریت ۲ درصد با زمان ۲ ساعت+ استخراج قلیایی + هیپوکلریت ۱/۵ درصد با زمان ۲ ساعت) انجام شد. نتایج نشان داد نمونه های تیمار شده با آنزیمی که با توالی B_2 رنگ‌بریی شده اند، نسبت به نمونه‌های رنگ‌بریی شده با توالیB_1 ، عدد کاپای پایین تر، درصد درجه روشنی بالاتر و درجه زردی کمتری داشته‌است.

Camarero و همکاران (۲۰۰۳) خمیر کتان با کیفیت بالا را در یک توالی TCF با بکار گیری سیستم لاکاز–مدیاتور رنگ‌بریی کردند. در این تحقیق آنزیم سه قارچ *Pleurotus ervngii, Pvcnoporus cinnabarinus* و *Trametes versicolor* همچنین دو واسطه گر 2,2-Azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6- sulfuric acid) و 1-Hydroxybenzotriazole (HBT) با هم مقایسه شدند. آنزیم قارچ‌هایی *P. cinnabarinus* و *T. versicolor* در حضور HBT بهترین نتیجه را بعد از رنگ‌بریی بوسیله H_2O_2 داشته‌اند.

Machii و همکاران (۲۰۰٤) خمیر کرافت پهن برگ لیگنین‌زدایی شده با اکسیژن و منگنز (E-OKP) را بوسیله قارچ پوسیدگی سفید *Phanerochaete sordida YK-624* و *P. Chrysosporium* در سیستم تخمیر حالت جامد رنگ‌بریی کردند. *P. sordida YK-624* نسبت به *P. chrysosporium* فعال‌تر بوده و نتیجه آن خمیری با براقیت بیشتر بوده استT بطوری که بعد از ۷ روز تیمار براقیت خمیر در حدود ۱۳/٤ درجه افزایش یافت. در این نوع سیستم های تخمیری، فعالیت لیگنین پراکسیداز (LIP) بعنوان آنزیم لیگنینی اصلی کشف شده بود. به علاوه یک رابطه خطی میان افزایش براقیت و فعالیت تجمعی LIP تحت همین شرایط کشت آزمایش شده با

P. sordida YK-624 و *P. Chrysosporium* مشاهده شده بود. این نتایج نشان دادند که LIP در براق کردن E-OKP بوسیله هردو قارچ پوسیدگی سفید درگیر می‌باشد.

مواد و روشها

در این تحقیق خمیر CMP کارخانه چوب و کاغذ مازندران جهت لیگنین زدایی انتخاب شد. ابتدا خمیر به طور کامل شستشو شد و بعد درصد رطوبت آن تعیین گردید. سپس برای جلوگیری از تبادل رطوبتی با محیط اطراف، خمیرکاغذ در داخل کیسه های نایلونی قرار داده شد.

در این تحقیق از قارچ پوسیدگی سفید رنگین کمان خالص شده جهت لیگنین زدایی استفاده گردید. جهت تکثیر قارچ خالص شده از محیط کشت آگار- مالت اکسترکت استفاده گردید. محیط کشت بدست آمده توسط دستگاه اتوکلاو آزمایشگاهی استریل شد و سپس به اندازه یک لایه ی نازک در داخل پتری دیش های پلاستیکی استریل ریخته شد. پس از سرد شدن بر روی هر یک از آنها یک قرص کوچک از لیف قارچ (به قطر نیم سانتیمتر) انتقال داده شده و در نهایت پتری دیش های آماده شده در انکوباتور قرار داده شدند تا قارچ رشد نموده و کل سطح پتری دیش را پر نماید.

تشک خمیر کاغذ CMP بصورت صفحات گرد به قطر ۷cm و ضخامت ۱mm تهیه شد. این صفحات با عصاره مخمر با غلظت ۱ گرم در لیتر تقویت شدند (در مرحله آزمایشهای مقدماتی از بین غلظت های ۰/۱، ۱ و ۱۰ گرم بر لیتر مقدار ۱ گرم بر لیتر بعنوان مقدار اپتیمم تعیین گردید). بعد بوسیله اتوکلاو استریل شدند. پس از آماده سازی الیاف، قارچ بصورت قرص های با قطر ۱cm بر روی آنها انتقال داده شدند. مدت زمان تیمار با قارچ چهار زمان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز در نظر گرفته شد. برای رشد و فعالیت قارچ، پتری دیش های حاوی الیاف و قارچ به داخل انکوباتور با شرایط $25\ ^{o}c$ حرارت و ۴۰٪ رطوبت انتقال داده شدند.

خمیرهای تیمار شده با قارچ به دو گروه تقسیم شدند؛ از یک گروه کاغذهای استاندارد تهیه و خواص نوری و مقاومتی آنها اندازگیری شد ولی گروه دوم ابتدا تحت تأثیر استخراج قلیایی و سپس بوسیله پراکسید هیدروژن مورد سفیدسازی قرار گرفتند. استخراج قلیایی بر روی خمیر با غلظت ۱۰٪ توسط ۲٪ هیدروکسید سدیم به مدت ۸۰ دقیقه در دمای $70^{o}C$ و سفیدسازی توسط ٤٪ پراکسید هیدروژن به مدت ۱ ساعت در $50^{o}C$ انجام شد.

اندازه گیری میزان لیگنین باقیمانده در خمیرهای تیمار شده با قارچ و خمیرشاهد بر اساس استاندارد TAPPI به شماره T222 om-98 انجام شد. خواص مقاومتی کاغذ ساخته شده از خمیر های تیمار شده و شاهد بر اساس استاندارد TAPPI به شماره هایT403 om-91، T414 om-88وT494 om-88 به ترتیب برای مقاومت در برابر ترکیدن، پاره‌شدن و کشش اندازه گیری شد. همچنین خواص نوری ماتی و سفیدی با شماره استانداردهای-om T425 91 و T452om-92 اندازه گیری شد. این تحقیق بصورت آزمایشات فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. همچنین مقایسه بین میانگینها بوسیله روش آزمون دانکن (DMRT) انجام شد.

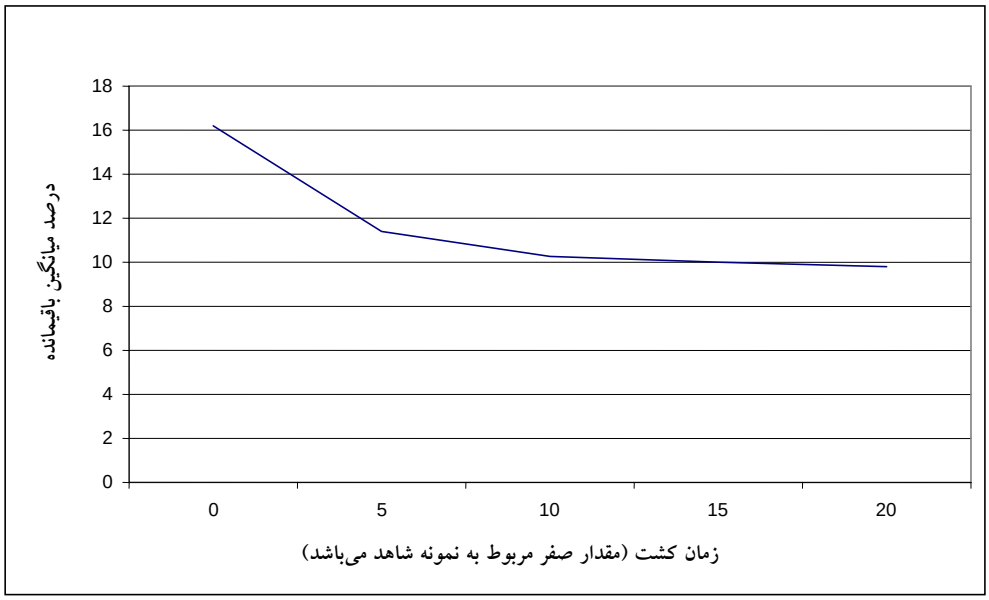
نتایج

مقادیر لیگنین اندازه گیری شده خمیرهای تیمار شده با قارچ در زمانهای متفاوت و همچنین خمیر شاهد در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- میانگین درصد لیگنین خمیر کاغذ تیمار شده و شاهد

مدت تیمار(روز) / نوع خمیر	۵	۱۰	۱۵	۲۰
تیمار شده (٪)	۱۱/٤	۱۰/۳	۱۰	۹/۸
شاهد (٪)	۱٦/۲			

با توجه به مقادیر موجود در جدول مشخص می شود که با افزایش مدت زمان کشت قارچ لیگنین زدایی بیشتری صورت گرفته و درصد لیگنین موجود در خمیر با گذشت زمان کاهش یافته است. البته اپتیمم زمان ۱۰ روز می باشد، چرا که کاهش درصد لیگنین در مدت زمان‌های ۱۵ و ۲۰ روز نسبت به ۱۰ روز خیلی کم است. به همین منظور جهت اندازه گیری خواص نوری و مقاومتی کاغذ از خمیرهای تیمار شده با قارچ به مدت زمان ۱۰ روز استفاده گردید. نمودار ۱ این روند را به خوبی نشان می‌دهد.



نمودار ۱- تغییرات لیگنین باقیمانده با زمان کشت قارچ

مقادیر مقاومت های اندازه گیری شده کاغذ های تهیه شده با خمیر تیمار شده با قارچ طی مدت ۱۰ روز و خمیر شاهد درجدول ۲ آورده شده است.

پایین بودن مقادیر اندازه گیری شده نمونه های تیمار شده نسبت به شاهد، بدلیل اثر منفی تیمارها بر روی خمیر می‌باشد، ولی این اختلاف از نظر آماری معنی دار نشده است.

جدول ۲ میانگین مقادیر مقاومت های مکانیکی نمونه های تیمار شده با قارچ و نمونه شاهد

نوع مقاومت / نوع خمیر	شاخص مقاومت در برابر کشش KNm/kg	طول پاره شدن Km	درصد کشیدگی (%)	سختی Nm/kg	شاخص مقاومت در مقابل پاره شدن mN.m2/g	شاخص مقاومت در برابر ترکیدن KPa.m2/g
تیمار شده	۳۳/۵	۳/۱۹۱	۱/۵۳	۳/۹۸۲	۳/۸٦	۱/٤۹
شاهد	۳٤/۳	۳/٤۰۸	۱/٦۲	٤/۲۲۸	٤/۳۳	۱/۵۷

جدول ۳ آزمون مقایسه میانگین ها برای مقاومت های مکانیکی مورد اندازه‌گیری

مقاومت‌های مورد مقایسه	اختلاف ها					فاکتور t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین‌خطای استاندارد	سطح اعتماد ۹۵٪				
				حداقل	حداکثر			
طول پاره شدن (Km)	-۰/۲۷۷۳۳	۰/۱۰۱۳۶	۰/۰۵۸۵۲	-۰/۵۲۹۱۳	-۰/۰۲۵۵٤	-٤/۷۳۹	۲	۰/۰٤۲
درصد کشیدگی(%)	-۰/۱۳۳۳۳	۰/۰۲۵۱۷	۰/۰۱٤۵۳	-۰/۱۹۵۸۵	-۰/۰۷۰۸۲	-۹/۱۷۷	۲	۰/۰۱۲
سختی (Nm/Kg)	-۰/۳۱۲٦۷	۰/۰۷۲۷٦	۰/۰٤۲۰۱	-۰/٤۹۳٤۲	-۰/۱۳۱۹۲	-۷/٤٤۳	۲	۰/۰۱۸
شاخص مقاومت به پاره شدن (mN.m2/g)	-۰/٤۷۰۰۰	۰/٤۲٦۷۳	۰/۲٦٦۳۷	-۱/۵۳۰۰٦	۰/۵۹۰۰٦	-۱/۹۰۸	۲	۰/۱۹۷
شاخص مقاومت به ترکیدن (KPa.m2/g)	-۰/۰۸۰۰۰	۰/۱۳۱۱۵	۰/۰۷۵۷۲	-۰/٤۰۵۷۹	۰/۲٤۵۷۹	-۱/۰۵۷	۲	۰/٤۰۱
شاخص مقاومت به کشش (KNm/Kg)	-۰/۷۱٦٦۷	۰/۵۷۳۵۳	۰/۳۳۱۱۳	-۲/۱٤۱۳۹	۰/۷۰۸۰۵	-۲/۱٦٤	۲	۰/۱٦۳

جدول ٤ میانگین مقادیرخواص نوری نمونه های تیمار شده با قارچ، تیمارشده باطی توالی FEP و نمونه شاهد

خواص نوری / نوع خمیر	سفیدی(٪)	ماتی(٪)	زردی(٪)
تیمار شده با قارچ	٤٦/۵	۹٤/٦۱	۳۵/٤
تیمار شده طی مراحل FEP	۵٦/۷۱	۹۱/٤٦	۲٤/۳۱
شاهد	۵۳/۳۵	۸۷/۷۲	۲٦/۷۲

خواص نوری اندازه گیری شده نمونه های تیمار شده با قارچ، نمونه های تیمار شده با قارچ و پراکسید هیدروژن و نمونه شاهد در جدول ٤ آورده شده است.

مقادیر جدول نشان می دهد که با وجود لیگنین زدایی خمیرکاغذ توسط قارچ سفیدی کاغذ ساخته شده از آن کم و زردی آن زیاد می باشد. این موضوع به این دلیل است که گذشت زمان و خیس و خشک شدن خمیر مکانیکیCMP باعث افزایش زردی آن شده است همچنین در نتیجه فعالیت آنزیم های قارچ که باعث شکسته شدن برخی اتصالات لیگنین و آزاد شدن برخی از الیگومرها و محصولات تک حلقه ای آروماتیک رنگی می‌شود باعث کاهش سفیدی و افزایش زردی خمیر نهائی می شود. به همین منظور لازم است که محصولات رنگی تولید شده بوسیله قارچ، اکسیژن هوا و نور توسط استخراج قلیایی از خمیر استخراج گردد. بالاشکین(۲۰۰۰) نیز در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که وقتی که اجزاء لیگنین تخریب شده بوسیله استخراج قلیایی خارج می‌شود، لیگنین زدایی خمیر با سیستم لاکاز- مدیاتور (LMS) دوباره شروع می‌شود.

جدول ٤ نشان می دهد که بکارگیری یک مرحله استخراج قلیایی و متعاقب آن تیمار با پراکسید هیدروژن منجربه کاهش زردی و افزایش سفیدی خمیرکاغذ شده است. در مرحله استخراج قلیایی خروج لیگنین تخریب شده و اکسید شده با انحلال این مواد عملی می شود،

همچنین تکرار استخراج قلیایی بـه خـارج سـاختن مـواد رنگی حاصل از تجزیه و تخریب لیگنین در مراحل بعـدی کمک می‌کند و الیاف را برای ورود بـه مراحـل اکـسایش بعدی بازتر و آماده تر می کند[۱].

منابع مورد استفاده

-عنایتی، ع. ر، ابراهیمـی. مجـدر، ح. رسـالتی، د، پارسـاپژوه. ۱۳۸۵. بررسی امکان استفاده از آنزیم زایلاناز در پیش رنگ‌بریی خمیـر کاغذ کرافت راش. نشریه دانشکده منابع طبیعی. جلد۵۹، شـماره ۳، ۷۲۵-۷۱۵.

- میرشکرائی،س، .ا. ۱۳۸۲. فنـاوری خمیـر و کاغـذ(ویـرایش دوم). آییژ. ص ۵۲.

-Bajpai P., A. Aradhna, N. Sharma, S.P. Mishra, P.K. Bajpai and D. Lachenal. 2006. Enzymes in ECF bleaching of pulp. BioResources 1(1), 34-44.

-Bajpai P. & P.K. Bajpai, 1995.Application of xylanase in prebleaching of bamboo kraft pulp. TAPPI Journal, Vol.79, No.4, 225-230.

-Balakshin M; chen C-L; Gratzl J S; Kirkman A G; Jakob H., 2000. Biobleaching of pulp with dioxygen in the laccase-mediator system. Part 1: kinetics of delignification. Holzforschung vol. 45,No.4, pp 390-396.

-Bim M A., Franco T., 2000. Extraction in aqueous two-phase systems of alkaline xylanase produced by bacillus pumilus and its application in kraft pulp bleaching. Journal Chromatogr. Vol.743, No. 1, pp 349-356.

-Camarero S., O. Garcia, T. Vidal, J. Colom, J.C.del Rio, A. Gutierrez, J.M. Gras, R. Monje, M.J. Martinez, A.T. Martinez. 2003. Efficient bleaching of non-wood high-guality paper pulp using laccase-mediator system. Enzyme and Microbial Technology. 13, 113-120.

-Ian D. Reid, 1998. Fate of residual lignin during delignification of kraftpulp by trametes versicolor. Appl Environ Microbiol. 64(6):2117-2125.

-Jimenez, L., E. Navarro, J.L. Ferrer, F. Lopez, J. Ariza, 1999. Biobleaching of cellulose pulp from wheat straw with enzyme and hydrogen peroxide. Process biochemistry. 35: 149-157.

-Koki, F. R. Kondo, K. Sakai, Y. Kashino, T. Nishida and Y. Takahara .1991. Biobleaching of kraft pulp using white-rot fungus Izu-154. tappi journal. Vol.76(1),pp.123-127.

-Koki, F. R. Kondo, K. Sakai, Y. Kashino, T. Nishida and Y. Takahara .1993. Biobleaching of softwood kraft pulp with white-rot Izu-154. tappi journal. Vol.76(1),pp. 81-83.

-Machii Y., H. Hirai, T. Nishida, 2004. Lignin peroxidase is involved in the biobleaching of manganese-less oxygen- delignigied hardwood kraft pulp by white–rot fungi in the solid-fermentation system. FEMS microbiology letters, 233:283-287.

-Nezamoleslami, A., Suzuki, K., Nishida , T., and Ueno, T., 1998. Biobleaching of kenaf bast fiber, soda-AQ pulp using white-rot fungus. Tappi journal. 81(6), 176-183.

-Sakai,K.,Kondo,R.,1994. Lignin-degrading biobleaching of kraft pulp. International pan pacific conference proceedings.

-Sealey,J.E.,T.M. Runge and A.J. Ragauskas. 1997. Biobleaching of kraft pulps with laccase and hydroxybenzotriazole. Biological sciences symposium proceedings.

-Tremblay, L. & F. Archibald, 2000. Production of a cloned xylanase in bacillus cereus and its performance in kraft pulp prebleaching. Pulp & paper institution Canada.

-Viikari, L., M. Ranva, A. Kantelinen, J. Sandquist & M. Linko. 1986. with enzymes. The 3th ICBPPI, Stockholm, June 16-19, p: 67-69.

Delignification of CMP pulp with *Terametes versicolor*

Nazarnezhad, N.[*1] and Asadolahzadeh,M.T.[2]

1*-Assistant Professor, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, sari, Iran Email: nazarnezhad82@yahoo.com
2-M.Sc. student, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

Received: Dece. 2008 Accepted: May, 2009

Abstract

This study was investigated the effect of *Trametes versicolor* on chemimechanical pulp (CMP) delignification. CMP were obtained from Mazanderan wood and paper industries. Circle mats were made from CMP (diameter, 7cm; thickness, 1mm) and fortified with 1g/Lit yeast juice. After sterilized, pulp mats were incubated with tow disks punched from mycelium. The duration of incubate were 5, 10, 15 & 20 days as well as temperature and moisture 25oC and 40%, respectively. Standard hand sheets were made from biodelignification pulp, and was measured mechanical and optical properties. The portion of biodelignification pulp was alkaline extracted under condition of pulp consistency, 10%; temperature, 70°C; time, 80min and 2% sodium hydroxide, and then bleached under conditions of pulp consistency, 10%; temperature, 50°C; time, 60min and 4% hydrogen peroxide. Finally, mechanical and optical properties of standard hand sheet were measured. Results showed optimum time was 10 days that decreased 5.9% lignin. Mechanical properties of treated samples were lower than control samples, but statically were not significant. Optical properties of treated samples were lower than control samples but alkaline extraction and then bleaching with sodium peroxide was increase it.

Keywords: chemimechanical pulping, CMP, *Trametes vesicolor*, delignification, bleaching, mechanical and optical properties