Archive of SID

تاثیر استفاده از آنزیم پروتکسین برای انبارش باگاس بر خواص خمیر و کاغذ

عزیزی موصلو[۱*]
احمد سواری[۲]
پژمان رضایتی چرانی[۳]

[۱] استادیار گروه مهندسی صنایع سلولزی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، ایران

[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، ایران

[۳] استادیار گروه مهندسی صنایع سلولزی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، ایران

مسئول مکاتبات:
azizi1353@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۶

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر استفاده از آنزیم پروتکسین (Protexin) به‌عنوان یک پروبیوتیک برای تیمار باگاس جهت انبارش شش ماهه بر خواص کمی و کیفی باگاس انبار شده برای تولید خمیرکاغذ و کاغذ انجام شد. برای این منظور از آنزیم پروتکسین در سه غلظت ۰/۱۲۵، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد نسبت به وزن خشک باگاس در دو دوره زمانی یک‌بار تیمار (افزودن پروتکسین در ابتدا و ذخیره‌سازی به مدت شش ماه) و دوبار تیمار (افزودن پروتکسین در ابتدا و تکرار پس از سه ماه در طی مدت انبارش) انجام شد. سپس باگاس حاصل، از نظر خواص فیزیکی (افت وزن و pH) و ترکیبات شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت و در ادامه خمیرکاغذ سودا تحت قلیائیت ۱۷ درصد، دمای پخت ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و مدت پخت ۳۰ دقیقه تهیه و خواص خمیرکاغذ و کاغذ آن اندازه‌گیری و با نمونه سبز و شاهد بدون تیمار مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهد دوبار استفاده آنزیم پروتکسین با غلظت ۰/۵درصد بیشترین شرایط حفاظت از باگاس انبارشده در خصوص کیفیت ماده اولیه، خواص خمیرکاغذ و کاغذ تولیدی ایجاد کرد. در مجموع، هرچه غلظت و تعداد دفعات استفاده از آنزیم پروتکسین در انبارش باگاس بیشتر شود بهبود بیشتری در کیفیت باگاس، خمیر و کاغذ تولیدی حاصل خواهد شد.

واژگان کلیدی: انبارش باگاس، پروبیوتیک، آنزیم پروتکسین، خمیرکاغذ سودا، خواص فیزیکی و مکانیکی.

مقدمه

تفاله نیشکر یا باگاس به دلیل داشتن ویژگی‌های ممتاز نظیر سهولت دسترسی، فراوانی و پایین بودن هزینه جمع-آوری دارای پتانسیل مناسبی برای استفاده در صنعت خمیر و کاغذ است. در ایران بیش از ۶۰ هزار هکتار از اراضی استان خوزستان مزارع نیشکر است که دلالت بر توانایی بسیار خوب این منطقه در تامین ماده اولیه مورد نیاز کارخانجات مرتبط را دارد[۱]. اما به‌دلیل اینکه نیشکر یک گیاه فصلی است کارخانجات مرتبط مصرف کننده در فصول معینی از سال می‌توانند به باگاس تازه دسترسی داشته باشند. در آب و هوای مناطق معتدل برداشت نیشکر معمولاً ۲ تا ۵ ماه به طول می‌انجامد. در ساختار نیشکر قندهای مزاحمی مثل رافینوز وجود دارد که مانع از استخراج کامل قندهای موجود در نیشکر می‌شود، این پدیده باعث می‌شود باگاس تازه حدود ۲ تا ۴ درصد ترکیبات قندی باقیمانده در ساختار خود داشته باشد. علاوه بر آن، برداشت نیشکر به دلیل دستیابی به بیشترین مقدار شکر، زمانی صورت می‌گیرد که ساختمان گیاه هنوز تکامل نیافته است[۲]، در نتیجه به‌دلیل عدم لیگنینی شدن کامل بافت ساقه و همچنین وجود شکر باقیمانده در

www.SID.ir

Archive of SID

آن، قارچها و باکتری‌ها باعث افت کیفیت باگاس در زمان انبار آن می‌شوند[۳-۵]. برای کاهش آسیب‌های ناشی از عوامل مخرب زنده در دوره انبارش، روش‌های مختلفی علاوه بر مغززدایی از جمله انبارش تر و انبارش خشک[۴, ۶, ۷] و فرایند ریتر[۲, ۸, ۹] گزارش شده است.

انبارداری باگاس به روش ریتر[1]اولین بار توسط ارنست ریتر در سال ۱۹۶۴ میلادی در کارخانه لادسمای[2] آرژانتین انجام شد که از طریق کاهش اثرات حمله میکروارگانیسم‌ها موجب حفظ کیفیت باگاس و در نتیجه محصول نهایی شد[۲, ۸, ۹]. از محدودیتهای از این روش به مصرف آب، خروج شیرابه و بوی نامطلوب در توده ذخیره شده اشاره شده است[۱۰]. این روش در ایران نیز در سالهای۱۳۵۴-۱۳۴۹ توسط یک کارشناس آلمانی به نام مستر میولیک به‌صورت کاملا محرمانه در کاغذ پارس مورد استفاده قرار گرفت ولی به دلیل عدم آموزش و انتقال دانش فنی به کارشناسان، بعد از رفتن کارشناس آلمانی متوقف شد[۱۱]. این فرآیند بر اساس استفاده از باکتریها به‌عنوان میکرواگانیسم‌های مفید که نوعی پروبیوتیک محسوب می‌شوند در حالت غنی شده با ملاس و پاشیدن آن به منطقه انبار باگاس است که نگهداری طولانی مدت باگاس را ممکن می‌سازد[۲, ۸, ۹]. در این روش از باکتری‌های تولید کنندهٔ اسید استفاده می‌شود که با مصرف باقیمانده قندها در باگاس ترکیبات اسیدی مثل اسید لاکتیک تولید کرده و محیط را اسیدی می‌کنند[۱۲, ۱۳]. پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که وقتی در مقادیر کافی استفاده شوند مزایای مناسبی از جمله کنترل دیگر میکروارگانیسم‌های مضر برای میزبان خود دارند[۲]. از طرفی پروتکسین یک پروبیوتیک چند-نژادی مورد استفاده در خوراک ماکیان است. این پروبیوتیک جزء دوستانه‌ترین باکتری‌هایی محسوب می-شود که شامل باکتری‌های مفید دستگاه گوارش بوده [۱۲] و می‌تواند برای استفاده در انبارش باگاس در فرایند ریتر مورد بررسی قرار گیرد. از طرف دیگر متاسفانه در کشور مطالعات چندانی در خصوص روشهای مناسب ذخیره‌سازی باگاس انجام نشده است و بیشتر پژوهش‌ها در زمینه اثرات ذخیره‌سازی متداول بر خواص باگاس و محصولات تولیدی بوده است[۷, ۱۴, ۱۵]. لذا انجام تحقیقات کاربردی در زمینه یافتن راهکارهای مفید برای انبارش باگاس در راستای نیاز صنایع مرتبط لازم بوده و در همین راستا در تحقیق حاضر تاثیر استفاده از آنزیم پروتکسین[2]برای انبارش باگاس جهت ارزیابی اثرات آن بر خواص کمی و کیفی آن و همچنین خمیرکاغذ تولیدی به روش سودا و کاغذ حاصل از آن مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد

الیاف باگاس تازه از کارخانه کاغذسازی پارس، واقع در هفت تپه- خوزستان (که این شرکت‌ها باگاس موردنیاز خود را از شرکت تولیدی توسعه نیشکر و صنایع جانبی تهیه می‌کنند) تهیه و به آزمایشگاه خمیر و کاغذ کارخانه منتقل شد. آنزیم پروتکسین به‌صورت پودرسفید در بسته بندی ۵۰۰ گرمی محصول شرکت بین المللی پروبیوتیک[3] کشور انگلستان از طریق شرکت نیکوتک تهران تهیه شد. چسب نشاسته از شرکت پارس خوشه‌پرداز، الکل ۹۶ درصد از شرکت الکل‌سازی خرمشهر و سایر مواد لازم برای تعیین عدد کاپا و آنالیز شیمیایی از برند شرکت مرک آلمان استفاده شد.

روش

نمونه باگاس تازه و مغززدایی شده به‌مدت یک هفته در فضای آزمایشگاه قرار گرفت تا به رطوبت تعادل با محیط برسند. سپس مقدار ۱۰۰۰ گرم باگاس (بر مبنای وزن خشک در خشک‌کن در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد) برای هر نمونه انتخاب شد. در ادامه، آنزیم پروتکسین با غلظت‌های ۰/۱۲۵، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد بر مبنای وزن خشک باگاس در ۱ لیتر آب حل شد و با استفاده از آبپاش به‌صورت یکبار و دوبار (در فاصله زمانی ۳ ماهه) به نمونه‌ها پاشیده شد(شکل ۱). رطوبت تمام نمونه‌های باگاس در حدود ۵۰ درصد تنظیم گردید و برای یکسان بودن شرایط در بشکه‌های پلاستیکی ۲۰ لیتری سر بسته در محیط

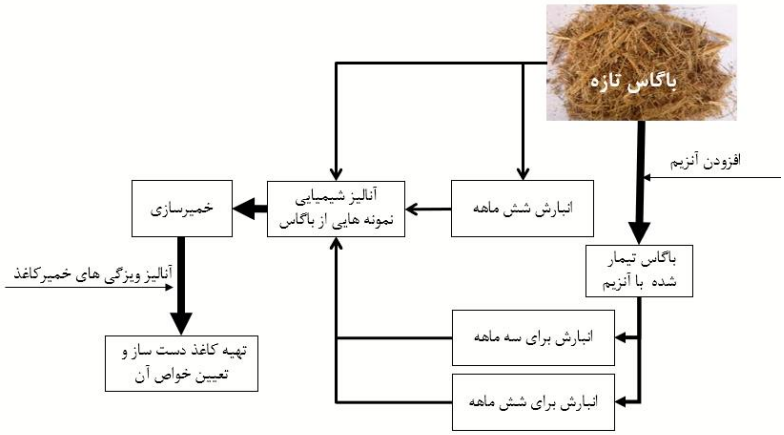
[1] Ritter

[2] Protexin
[3] Probiotic International Ltd.

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایشگاه با دمای ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. اندازه‌گیری pH نمونه‌های باگاس تازه و نمونه‌های تیمارشده و شاهد با استفاده از دستگاه pH متر مدل MI150 انجام شد.



شکل۱- شکل شماتیکی تیمار باگاس با آنزیم پروتکسین

از نمونه‌های باگاس تازه، باگاس ذخیره شده بدون تیمار و نمونه‌های تیمارشده با آنزیم پروتکسین به‌صورت جداگانه پودر با ابعاد قابل عبور از مش ۴۰ و باقیمانده روی مش ۶۰ با روش استاندارد TAPPI با شماره T257cm-85 تهیه شد. تعیین درصد مواد استخراجی با استفاده از سوکسوله و حلال استن-اتانول با روش استاندارد شماره T 204cm-97، لیگنین با روش استاندارد شماره T 222 om-02 و هولوسلولز به روش کلریت سدیم وایز [۱۶] و سپس سلولز با روش اسید نیتریک کورشنر-هافنر[۱۷] انجام شد. پخت نمونه‌های باگاس با استفاده از دیگ پخت آزمایشگاهی Haato-tuote oy مستقر در آزمایشگاه تحقیقات کارخانه صنایع کاغذ پارس مطابق شرایط جدول ۱ به روش سودا مشابه شرایط پخت باگاس در کارخانه کاغذ پارس (قلیایت فعال۱۷ درصد، دمای پخت ۱۷۰ درجه سانتی گراد، زمان پخت ۳۰ دقیقه، نسبت مایع پخت به ماده اولیه ۱۰:۱) انجام شد. سپس، الیاف پخته شده با استفاده از پالایشگر دیسک صفحه‌ای ساخت شرکت فرآوری قومیس با فاصله ۳ میلی‌متری بین دیسک‌ها جداسازی و شسته و وازده‌ها[1]با استفاده از غربال با مش۲۰ جداسازی شدند. خمیرکاغذ حاصل پس از آبگیری، در محیط آزمایشگاه ۴۸ ساعت هوا خشک شده و پس از توزین جمع‌آوری و در داخل کیسه‌های سربسته نگهداری شد. درصد خشکی با خشک کردن نمونه‌ها در دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت و بازده به روش وزن‌سنجی تعیین شد. کاغذهای دست‌ساز با گراماژ ۸۰ گرم بر متر مربع طبق روش استاندارد TAPPI با شماره T 205 sp-02 با استفاده از یک دستگاه کاغذساز دستی ساخته شدند. خصوصیات خمیرکاغذ و کاغذ نیز بر اساس روش‌های استاندارد TAPPI شامل عددکاپا خمیرکاغذ با شماره T 236 om-99، زمان آبگیری با شماره T 221-om-93، ضخامت با شماره T411 om-05، شاخص مقاومت به پارگی با شماره T 414 om-04، شاخص مقاومت به ترکیدن با شماره T403-om-91 و ضریب پراکنش نور با شماره T425 om-01 اندازه‌گیری شد. کلیه محاسبات آماری بر اساس طرح کاملا تصادفی با نرم افزار SPSS 22 با استفاده از مقایسه میانگین‌ها با تجزیه واریانس یک‌طرفه و گروه‌بندی دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

pH توده باگاس

شکل ۲ (الف) میزان و روند تغییرات pH توده باگاس تازه و انبار شده را در بازه زمانی شش ماهه را نشان می-دهد. بر اساس این نتایج، باگاس تازه یا سبز دارای pH ۸/۲۰ است. ذخیره‌سازی باگاس موجب کاهش معنی‌داری در pH آن شده است. همچنین افزایش غلظت و دفعات استفاده از آنزیم پروتکسین اثر معنی‌داری در کاهش pH

[1] Rejects

www.SID.ir

Archive of SID

باگاس ذخیره شده به‌ویژه در شرایط دوبار تیمار داشته است.

افت وزن توده باگاس

شکل ۲ (ب) درصد افت وزن توده باگاس انبار شده را در بازه زمانی شش ماه نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج، باگاس انبار شده بدون تیمار دارای بیشترین افت(۲۰/۷۰ درصد) در وزن باگاس بود و تیمار آنزیمی باگاس باعث کاهش افت وزنی باگاس شده است. در این زمینه، افزایش غلظت آنزیم و تعداد مراحل استفاده (یکبار و دوبار) به طور معنی‌داری باعث کاهش افت وزن باگاس شده است، به‌طوریکه دو مرحله استفاده از آنزیم پروتکسین با غلظت ۰/۵ درصد باعث کمترین افت(۱۳/۹ درصد) در وزن باگاس شد. عامل اصلی تخریب باگاس در طول ذخیره-سازی ناشی از اثرات میکروارگانسیم‌های مخرب گزارش شده است که در شرایط هوازی ضمن حمله به توده باگاس باعث افت وزن می‌شوند[۵]. فعالیت این میکروارگانسیم-های تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله درجه حرارت، pH و میزان اکسیژن در دسترس می‌باشد[۱۸]. آنزیم پروتکسین به‌دلیل داشتن باکتری‌های مفید تولیدکننده اسید لاکتیک[۱۲] می‌توانند به‌عنوان یک پروبیوتیک عمل کند. همان‌طور که گفته شد مواد پروبیوتیک در صورت افزودن به باگاس ضمن مصرف قندهای باقیمانده در آن، با ایجاد محیط اسیدی و شرایط بی هوازی مانع یا موجب کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های مخرب و نامطلوب می-شوند [۸]. به عبارتی، با افزایش درصد پروتکسین، درصد افت وزنی باگاس انبار شده کاهش یافته است که می‌تواند نشان از مفید بودن آنزیم پروتکسین از طریق جلوگیری از فعالیت عوامل مخرب قلمداد شود.

مواد استخراجی

باگاس سبز دارای بیشترین درصد(۳/۳۳) ماده استخراجی بود(شکل ۲ (پ)). با ذخیره باگاس مواد استخراجی آن کاهش یافت. در صورت استفاده از آنزیم کاهش مواد استخراجی چشمگیر بود به‌طوریکه باگاس دوبار تیمارشده با آنزیم غلظت ۰/۵ درصد دارای کمترین درصد مواد استخراجی(۱/۰۸) بود. ارزیابی آماری نشان داد که که هر دو فاکتور (درصد استفاده و مراحل استفاده از آنزیم) و همچنین اثر متقابل آنها دارای تاثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر کاهش مواد استخراجی باگاس بود. کاهش محسوس‌تر مواد استخراجی می‌تواند به‌دلیل اثر شرایط اسیدی حاصل از فعالیت آنزیم از طریق مصرف قندهای باقیمانده در باگاس باشد[۸, ۱۹]. عموما زیاد بودن مواد استخراجی در اثر مصرف بخشی از مواد شیمیایی در فرآیند پخت خمیرکاغذ باعث افزایش هزینهٔ تولید می‌شود که کاهش آن از طریق ذخیره‌سازی باگاس بخصوص تیمار با آنزیم می‌تواند به‌عنوان یک امتیاز مثبت تلقی گردد.

سلولز

مقدار سلولز در باگاس تیمار نشده پس از انبار شش ماهه، به طور نسبی کاهش یافت. این روند با نتایج حاصل از تحقیقات خلیلیان و همکاران (۱۳۹۶) همخوانی دارد(شکل ۲ (ت)). کاهش درصد سلولز در اثر فعالیت میکروارگانسیم‌های مخرب توسط دیگران نیز گزارش شده است[۵]. تیمار با آنزیم پروتکسین در غلظت‌های بیشتر و اعمال دوباره آن باعث حفظ مقدار بیشتری از سلولز در طول انبار باگاس شد. البته قابل ذکر است که افزایش درصدی سلولز به تناسب کاهش درصدی مواد استخراجی باگاس تیمارشده با آنزیم در مقایسه با باگاس سبز می‌تواند بیانگر ثابت ماندن مقدار سلولز در اثر نقش حفاظتی آنزیم باشد. این اثر با توجه به اینکه سلولز مهم‌ترین جزء تشکیل دهنده دیواره الیاف یا اسکلت آنها محسوب می‌شود و تعیین کننده ویژگی‌های گیاه از نظر کاغذسازی است، دارای اهمیت است[۲۰].

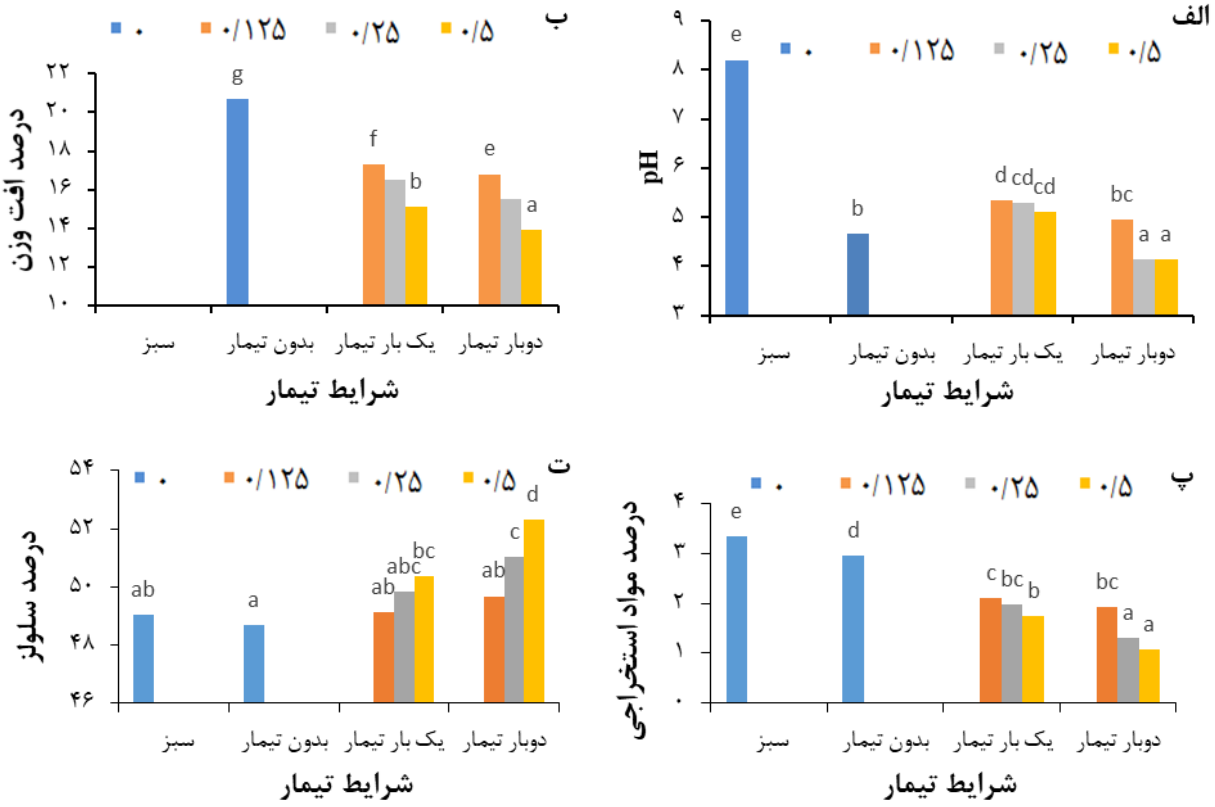
همی سلولز

همی‌سلولز یکی دیگر از ترکیبات اصلی باگاس است که به‌دلیل طبع آبدوستی خود در زمان پخت باگاس و پالایش خمیرکاغذ با جذب آب و متورم شدن باعث بهبود تشکیل ورق می‌شود[۲۱]. درصد همی‌سلولز باگاس تازه تیمار نشده نیز مشابه سلولز، طی انبارش شش ماهه کاهش یافت. اما استفاده از آنزیم پروتکسین از کاهش شدید آن جلوگیری شد (شکل ۳ (الف)). نتایج تجزیه

www.SID.ir

Archive of SID

واریانس مقادیر همی‌سلولز نشان داد که تیمار با ۰/۱۲۵ و ۰/۵ درصد آنزیم طی یک مرتبه و ۰/۱۲۵ درصد حتی طی دو مرتبه، تاثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر همی‌سلولز باگاس نداشته است اما با ۰/۵ درصد طی یک بار و نیز ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد طی دو بار تیمار تاثیر آنزیم در جلوگیری از افت همی‌سلولز معنی‌دار بوده است.



شکل ۲- تاثیر غلظت و دفعات تیمار باگاس با آنزیم پروتکسین بر pH (الف)، درصد افت وزن(ب)، مواد استخراجی(پ) و درصد سلولز(ت) تودهٔ باگاس

لیگنین

مقدار لیگنین باگاس تازه ۲۰/۴۴ درصد بود که با انبارش آن به‌مدت شش ماه درصد لیگنین نه تنها کاهش نیافته است بلکه باعث افزایش به ۲۳/۲۷ درصدی نیز شده است (شکل ۳(ب)). این تغییرات، ممکن است به‌دلیل مقاومت لیگنین در مقابل حمله میکروارگانسیم‌ها[۱۴, ۲۲]، مصرف قندهای باقیمانده در باگاس[۸]، کاهش سلولز (از ۵۰/۰۶ به ۴۸/۶۷ درصد)، همی‌سلولز (از ۲۳/۵۹ به ۲۰/۰۵ درصد) و به‌ویژه مواد استخراجی (از ۳/۳۳ به ۲/۹۴ درصد) باشد که منتهی به افزایش معنی‌داری در سهم لیگنین باقیمانده شده است (شکل۳). در مقایسه با نمونه تیمار نشده، استفاده از آنزیم به‌دلیل کمک بیشتر به حفظ سلولز و همی‌سلولز در طول انبارش باعث کاهش سهم لیگنین در نمونه‌ها شده است(شکل ۳ (ب)). نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد غلظت و مراحل استفاده از آنزیم تاثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد داشتند. قابل ذکر است که هر چقدر درصد لیگنین در ماده لیگنوسلولزی کمتر باشد شاهد تسهیل فرآیند پخت همراه با راندمان بیشتر و مسایل زیست محیطی کمتر خواهد بود[۲۰].

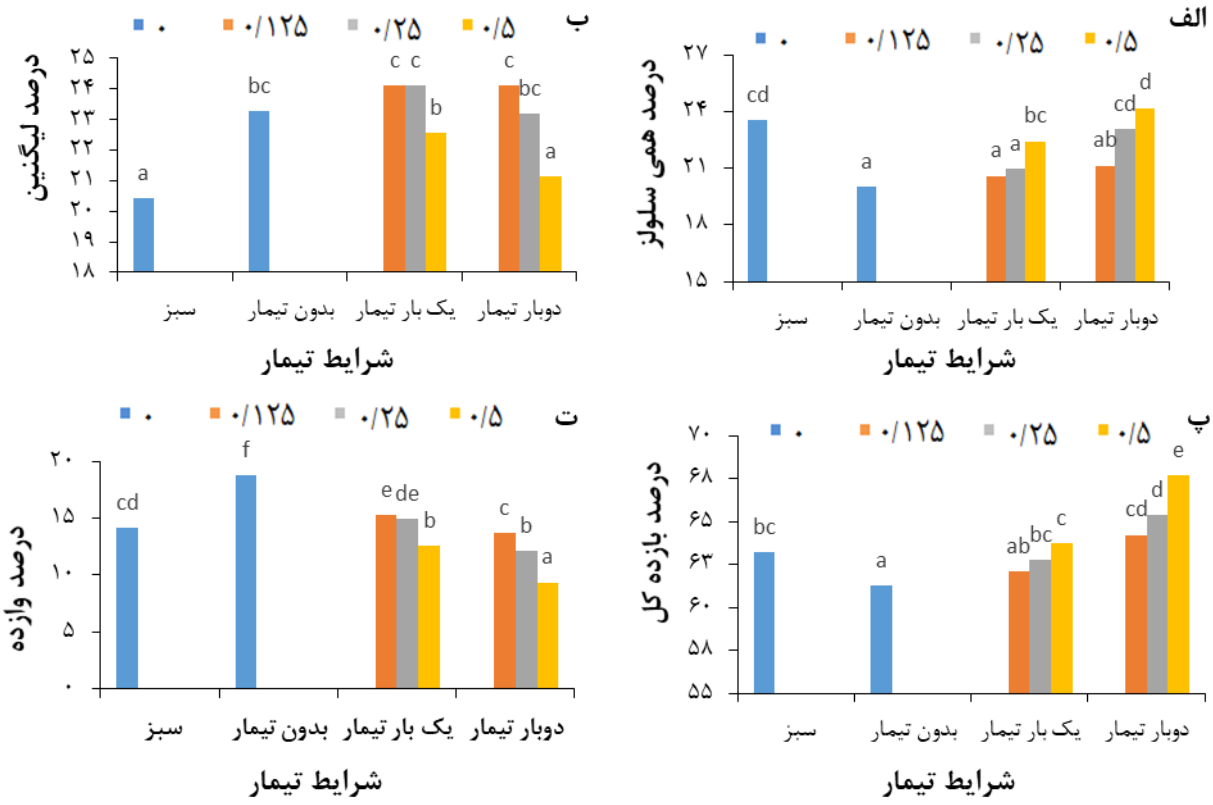
بازده کل خمیرکاغذ (خمیرکاغذ غربال نشده)

بازده کل خمیرکاغذ سودای باگاس تازه ۶۳/۱۹ درصد برای مبنای وزن خشک اولیه بود که پس از انبارش بدون

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار، خمیرکاغذی با بازده کمتر (۶۱/۲۶ درصد) تولید نمود (شکل ۳ (پ)) که بر اساس تحقیقات قبلی به‌دلیل تخریب فیزیکی و شیمیایی باگاس ذخیره شده در اثر حمله میکروارگانسیم‌های مخرب است[۳]. اما استفاده از آنزیم پروتکسین با غلظت‌های مختلف (۰/۱۲۵، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) و تعداد مراحل تیمار (یکبار و دوبار) باعث افزایش بازده کل خمیرکاغذهای حاصل از باگاس‌های تیمارشده گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد استفاده و مراحل استفاده از آنزیم تاثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر بازده کل خمیر تیمارشده داشته‌اند. باگاس یک بار تیمارشده با ۰/۲۵ درصد آنزیم پس از شش ماه انبارش دارای راندمان مشابه با باگاس تازه بود. بازده باگاس دوبار تیمارشده نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از باگاس تازه به‌دست آمد. این نتایج می‌تواند به‌دلیل نقش حفاظتی آنزیم پروتکسین به‌عنوان یک پروبیوتیک، در ایجاد یک محیط بی‌هوازی با قابلیت کاهش رشد و توسعه میکرواورگانیسم‌های نامطلوب، باعث حفاظت حداکثری از باگاس در برابر تخریب الیاف در طول ذخیره سازی شود[۸, ۹].



شکل ۳- تاثیر غلظت و دفعات تیمار باگاس با آنزیم پروتکسین بر درصد همی سلولز(الف)، لیگنین(ب) تودهٔ باگاس ، و بازده کل(پ) و درصد وازده (ت) خمیرکاغذ سودا قهوه‌ای حاصل از آن

وازده خمیرکاغذ

شکل ۳ (ت) نشان می‌دهد خمیرکاغذ باگاس تازه دارای ۱۴/۱۲ درصد وازده بر مبنای وزن خشک می‌باشد. با انبارش باگاس به مدت شش ماه مقدار وازده به ۱۸/۷۵ درصد افزایش یافت. این افزایش، می‌تواند به‌دلیل مقاومت و پایداری بهتر لیگنین در مقابل این میکروارگانسیم‌ها و افزایش سهم لیگنین در باگاس ذخیره شده تیمارنشده باشد [۱۴, ۲۲] که منجر به پخت ناقص باگاس به‌صورت الیاف به‌هم پیوسته و افزایش وازده در خمیرکاغذ شود[۲۳]. اما استفاده از آنزیم پروتکسین با غلظت‌های مختلف (۰/۱۲۵، ۰/۲۵و ۰/۵ درصد) و تعداد مراحل تیمار (یکبار و دوبار) باعث کاهش وازده خمیرکاغذهای حاصل از باگاس‌های تیمارشده است. نتایج تجزیه واریانس بازده کل نیز نشان داد هر دو عامل یاد شده تاثیر معنی‌داری در

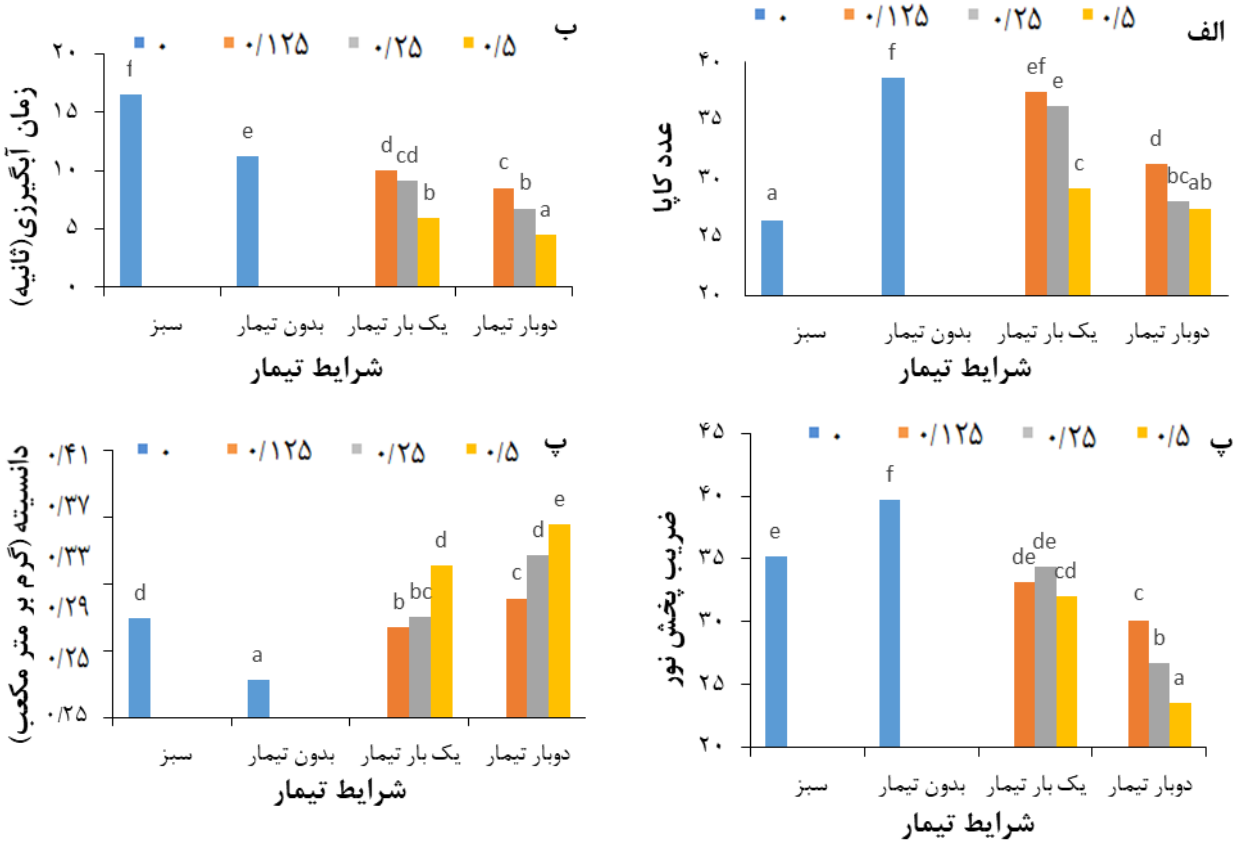
www.SID.ir

Archive of SID

سطح اطمینان ۹۵ درصد بر وازده خمیرکاغذ داشته‌اند. استفاده از آنزیم پروتکسین به‌دلیل کمک به حفظ سلولز و همی‌سلولز و کاهش درصد مواد استخراجی و لیگنین در طی انبارش، سبب پخت راحتر و ساده‌تر همراه با راندمان بیشتر و وازده کمتر در خمیرکاغذ تولیدی خواهد شد[۲۰].

عدد کاپا

شکل ۴ (الف) عدد کاپا خمیرکاغذ سودا از باگاس تازه و انبارشده را نشان می‌دهد که در خمیرکاغذ سودای باگاس تازه ۲۶/۳۹ بود و بعد از انبارش به مدت شش ماه به ۳۸/۶۳ رسید. اما استفاده از آنزیم پروتکسین با غلظت-های مختلف و تعداد مراحل تیمار باعث کاهش عدد کاپا خمیرکاغذهای حاصل از باگاس‌های تیمارشده گردید. نتایج تجزیه واریانس نیز نشان داد که عوامل فوق و همچنین اثر متقابل آنها تاثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر عدد کاپا خمیرکاغذ تیمارشده داشت. با توجه به اینکه عدد کاپا شاخصی برای بیان لیگنین باقیمانده در خمیرکاغذ است، افزایش لیگنین باگاس موجب پخت محدودتر باگاس و نتیجه تولید خمیرکاغذی با عدد کاپا بیشتر از باگاس تیمار نشده می-شود. با توجه به افزایش سهم سلولز و همی‌سلولز در اثر نقش حفاظتی آنزیم پروتکسین در باگاس تیمارشده، سهم لیگنین کاهش یافته که در نتیجه پخت نیز خمیرکاغذی با عدد کاپا کمتر به‌دست آمده است.



شکل ۴- تاثیر غلظت و دفعات تیمار باگاس با آنزیم پروتکسین بر عدد کاپا (الف)، زمان آبگیری(ب) خمیرکاغذ سودا قهوه‌ای باگاس، ضریب پخش نور(پ) و دانسیته (ت) کاغذ حاصل از آن

زمان آبگیری خمیرکاغذ

شکل ۴(ب) زمان آبگیری از خمیرکاغذ سودا باگاس تازه و انبار شده را نشان می‌دهد. زمان آبگیری از خمیرکاغذ باگاس تازه ۱۶/۵۱ ثانیه بود که با ذخیره‌سازی بدون تیمار باگاس به مدت شش ماه زمان آبگیری از خمیرکاغذ کاهش یافته و به ۱۱/۲۴ ثانیه رسید. همچنین

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از غلظت‌های مختلف آنزیم پروتکسین و تعداد مراحل تیمار باعث کاهش زمان آبگیری از خمیرکاغذ حاصل از باگاس‌های تیمارشده شد و نتایج تجزیه واریانس زمان آبگیری خمیرکاغذ نشان داد که هر دو عامل یعنی درصد استفاده و مراحل استفاده از آنزیم دارای تاثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر زمان آبگیری از خمیرکاغذ تیمارشده داشتند. در اثر مصرف قند، جدا شدن پیتها و نرمه‌ها از باگاس در انبارش باگاس برای مدت شش ماه، سبب کاهش زمان آبگیری به‌دلیل سطح تماس کمتر و تسهیل امکان خروج آب از خمیرکاغذ می‌شود[۲۳, ۲۴] که از منظر سرعت تولید ماشین کاغذ می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

ضریب پخش نور کاغذ

ضریب پخش کاغذ۸۰ گرمی دست‌ساز حاصل از باگاس تازه ۳۵/۱۶ بود(شکل ۴ (پ)) که در مورد کاغذ حاصل از خمیرکاغذ تولیدی از باگاس انبارشده به مدت شش‌ماه به ۳۹/۷۲ افزایش یافته است. اما استفاده از غلظت‌های بیشتر آنزیم پروتکسین و تعداد مراحل تیمار باعث کاهش ضریب پخش کاغذ-های حاصل از باگاس‌های تیمار شده است و نتایج تجزیه واریانس نتایج نشان داد که هر دو عامل و همچنین اثر متقابل آنها تاثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵درصد دارد. همانطور که قبلا ذکر گردید در اثر انبارش بدون تیمار باگاس و اثرات مخرب میکروارگانیسم‌های مضر، سهم لیگنین افزایش و به تبع آن کاهش سهم سلولز و همی‌سلولز آن [۱۴, ۲۲] می‌توان انتظار کاهش انعطاف‌پذیری و افزایش خلل‌و فرج در زمان تشکیل ورق و به تبع آن ضریب پخش بیشترکاغذ را داشت[۲۳, ۲۵]. در عوض، به-دلیل نقش مثبت آنزیم پروتکسین در دوره ذخیره-سازی ضمن کاهش مواد استخراجی که منجر به افزایش سهم درصد سلولز و همی‌سلولز می‌شود می‌توان انتظار تولید کاغذی با انعطاف‌پذیری بهتر و ضریب‌پخش کمتر را داشت. چرا که ضریب پخش نور به طور غیر مستقیم بیانگر شاخصی از سطح تماس اجزا تشکیل دهنده کاغذ است[۲۶].

دانسیته کاغذ

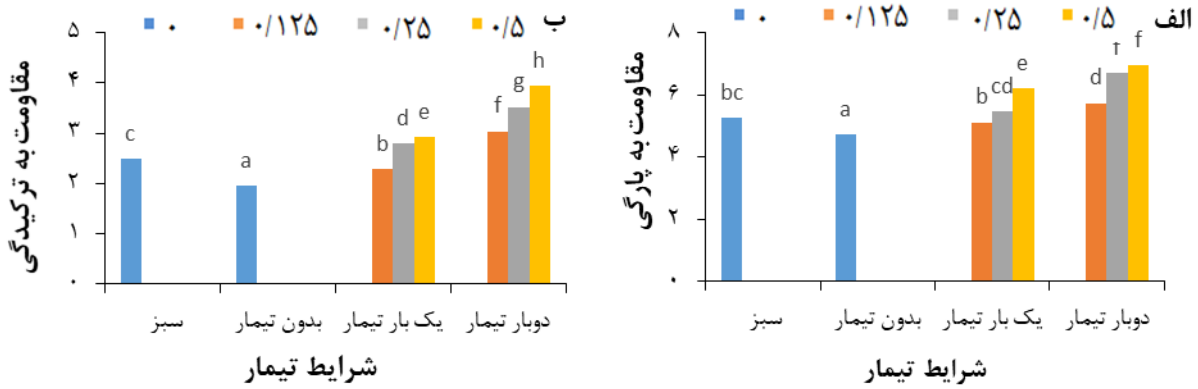
دانسیته کاغذهای ۸۰ گرمی ساخته شده از خمیرکاغذ سودا باگاس تازه ۰/۳۲۴گرم برسانتی‌متر مکعب بود که با ذخیره‌سازی باگاس به مدت شش ماه دانسیته کاهش یافته و به ۰/۲۷۸گرم برسانتی‌مترمکعب رسید(شکل۴ (ت)). اما استفاده از آنزیم پروتکسین با غلظت‌های مختلف و تعداد مراحل تیمار باعث افزایش دانسینه کاغذهای حاصل از باگاس‌های تیمارشده شود. نتایج تجزیه واریانس دانسیته کاغذ بر دلالت بر تاثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵درصد که هر دو عامل بود. قبلا ذکر گردید در اثر انبارش بدون تیمار باگاس، می‌توان انتظار انعطاف-پذیری ضعیف‌تر و خلل و فرج بیشتر در زمان تشکیل ورق و به تبع آن دانسیته کمتر را داشت[۲۳, ۲۵]. بر عکس به‌دلیل نقش حفاظتی آنزیم پروتکسین در دوره انبارش انتظار انعطاف‌پذیری بهتر الیاف و در نتیجه تشکیل ورقه با دانسیته بیشتر را داشت[۲۶, ۲۷].

مقاومت به پارگی

مقاومت به پارگی کاغذ دست‌ساز حاصل از باگاس تازه ۵/۲۶ میلی‌نیوتن‌مترمربع بر گرم بود که با ذخیره‌سازی باگاس به مدت شش ماه بدون تیمار کاهش یافته و به ۴/۷۳ میلی‌نیوتن‌مترمربع برگرم رسید(شکل ۵ (الف)). استفاده از آنزیم با درصدهای مختلف پروتکسین و تعداد مراحل تیمار باعث بهبود مقاومت به پارگی کاغذهای ساخته شده از باگاس‌های تیمارشده گردید و نتایج تجزیه واریانس مقاومت به پارگی نیز دلالت بر معنی‌داری تاثیر درصد استفاده و مراحل استفاده از آنزیم و نیز اثر متقابل آنها در سطح اطمینان ۹۵درصد داشت. مقاومت به پارگی در درجه نخست به طول الیاف، و مقاومت خود الیاف و در درجه دوم به پیوند بین الیاف بستگی دارد[۲۶]. به دلیل اینکه میکروارگانیسم‌های مضر هنگام انبارش بدون تیمار باگاس موجب آسیب به الیاف می‌شوند کاهش مقاومت به پارگی قابل توجیه خواهد بود. در عوض با توجه به نقش حفاظتی آنزیم در جلوگیری از آسیب الیاف و تسهیل فرآیند پخت که از افزایش بازده پخت نتیجه‌گیری می‌شود، می‌توان انتظار تولید کاغذی با خواص مقاومتی بیشتر از جمله مقاومت به پارگی را داشت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تاثیر غلظت و دفعات تیمار باگاس با آنزیم پروتکسین بر مقاومت به پارگی (الف) و مقاومت به ترکیدن کاغذ حاصل از خمیر کاغذ سودا قهوه ای باگاس

مقاومت به ترکیدن

کاغذ دست ساز ۸۰ گرمی حاصل از خمیرکاغذ باگاس تازه دارای مقاومت به ترکیدن ۲/۴۹ کیلوپاسکال مترمربع بر گرم بود که با ذخیره سازی باگاس به مدت شش ماه به ۱/۹۶کیلوپاسکال مترمربع برگرم کاهش یافت(شکل ۵ (ب)). اما استفاده از آنزیم پروتکسین با درصدهای مختلف و تعداد مراحل تیمار باعث بهبود مقاومت به ترکیدن کاغذهای ساخته شده از باگاس‌های تیمارشده مشابه مقاومت به پارگی شد و نتایج تجزیه واریانس مقاومت به ترکیدن نیز مشابه مقاومت به پارگی نشان داد که هر دو عامل یعنی درصد استفاده و مراحل استفاده از آنزیم و نیز اثر متقابل آنها دارای تاثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از باگاس تیمارشده با آنزیم پروتکسین داشت. از آنجایی که مقاومت به ترکیدن به دو عامل طول الیاف و پیوند بین الیاف بستگی دارد پیوند بین الیاف بیشتر مقاومت به ترکیدن را تحت تاثیر قرار می‌دهد[۲۸]. از طرف دیگر استفاده از آنزیم پروتکسین منجر به بهبود بازده و کاهش وازده خمیر کاغذ شده که در ادامه با تولید کاغذی با دانسیته بیشتر و انعطاف‌پذیری بهتر ورقه کاغذ که کاهش ضریب‌پخش نور آن را تایید می‌کند موجب بهبود پیوند بین الیاف در ساختار ورق کاغذ و در نتیجه افزایش مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل شده‌اند[۲۶, ۲۷].

نتیجه گیری

با توجه به فصلی بودن برداشت باگاس و عدم دسترسی در طول سال، واحدهای صنعتی استفاده کننده از باگاس مجبور به انبارش حجم انبوهی از آن شده که متاسفانه این مواد در طول دوره انبارش به‌دلیل تحت تاثیر قرار گرفتن میکروارگانیسم‌های مخرب، دچار افت شدیدی از لحاظ کمی و کیفی می‌شوند که بر فرآیند استفاده و کیفیت محصولات تولیدی اثر منفی دارد، لذا نگه‌داری و انبارش مناسب باگاس ضروریتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. استفاده از آنزیم پروتکسین به‌عنوان یک پروبیوتیک می‌تواند نقش موثری برای رسیدن به این هدف ایفاء کند. بر اساس نتایج این تحقیق استفاده از آنزیم پروتکسین در درصدهای مختلف مثلا ۰/۱۲۵، ۰/۲۵ و ۰/۵درصد و دفعات استفاده در طول دوره انبارش (یکبار یا دوبار) می‌تواند ضمن جلوگیری از آسیب میکروارگانیسم‌ها، با کاهش برخی منابع قندی و مواد استخراجی به تسهیل فرایند پخت باگاس کمک نماید و هرچه غلظت و تعداد دفعات استفاده از آنزیم بیشتر شود بهبود بیشتری در کیفیت باگاس، خمیر و کاغذ تولیدی می‌شود. برای توصیه نتایج این پژوهش به صنایع مرتبط ضرورت دارد بررسی جامع تری در مقیاس نیمه‌صنعتی و صنعتی انجام گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان کمال تشکر خود را از صنایع کاغذ پارس برای همکاری و مساعدت در تهیه باگاس و انجام آزمایشات مربوطه اعلام می‌دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

[1] Chavooshi, A., Bahmani, A.A., Darijani, A., Mootab Saei, A., Mehrabi, E. and Gholipour, M., 2012. The role of wood and paper industries management of Iran in sustainable development. Conservation and Utilization of Natural Resources, 1(3):79-95.

[2] Atchison, J.E., 1971. Modern methods of purchasing, handling, storage and preservation of bagasse-Major advances in the sixties. Report of Tappi Non-Wood Plant Fibers Committee, p 5-29.

[3] Ramaswamy, V., Ramanathan, T. and Venkataraman, T., 1989. Role of fungi in the biodegradation of wet pile stored bagasse under tropical conditions. TAPPI pulping conferencep. 803-806.

[4] Purchase, B., Rosettenstein, S. and Bezuidenhoudt, D.J.I.S.J., 2014. Challenges and potential solutions for storage of large quantities of bagasse for power generation. 116:592-602.

[5] Lois-Correa, J., Flores-Vela, A., Ortega-Grimaldo, D. and Berman-Delgado, J., 2010. Experimental evaluation of sugar cane bagasse storage in bales system. Applied research and technology, 8(3):365-375.

[6] Adam, A.B.A., Basta, A.H. and El-Saied, H., 2012. Properties of medium-density fiberboards from bagasse digested with different retention times. Forest products, 62(5):400-405.

[7] Habibi, M., Jahan Latibari, A. and Mahdavi, S., 2017. The effect of moisture content and storage time of bagasse on particleboard physical and mechanical properties. Scientific journal management system. 32:541-552.

[8] Salabar, M.J. and Francisco, M.R., 1970. Ritter biological treatment process for bagasse bulk storage. Tappi, Atlanta, Georgia,. Progress report No.2.

[9] Sharma, H.J.I.B., 1987. Studies on chemical and enzyme retting of flax on a semi-industrial scale and analysis of the effluents for their physico-chemical components, 23(6):329-342.

[10] Sharma, H.S.S. and Van Sumere, C.F., 1992. Enzyme treatment of flax. Genetic Engineering and Biotechnology, 12:19-23.

[11] Mossello ,A.A., 2017. Reiter process for storing bagasse, in National Conference on knowledge and innovation in the wood and paper industry with an environmental approach. Karaj, Iran, (In Persian).

[12] Hossein, I.A., Oraji, H., Yegane, S. and Shahabi, H., 2014. The effect of probiotic bactocell on growth performance, blood parameters and some serum parameters in caspian salmon (Salmo Caspius). Iranian Scientific Fisheries Journal, 23:35-44.

[13] Tabari, F., 2012. Bagasse as a resource with potential which lost, The first national congress of plan supply of raw materials and the development of wood and paper Industry in 1404, Tehran, p. 157-171.

[14] Joonobi, M., Salehpour, S., Araznia, Z. and Hamzeh, Y., 2016. Investigation on the effect of storage time on color and chemical compositions of bagasse particleboard, Wood and paper science research, 31(1):58-66.

[15] Khalilian Shalamzari, M., Sadat Nia, M.A. and Pirayesh, H.R. 2017. The effects of natural weathering on different properties of paper made in pars factory. Scientific Journal Management System, 32:509-517.

[16] Wise, L.E., Murphy, M. and D'adieco, A., 1946. A chlorite holocellulose, its fractionation and bearing on summative wood analysis and studies on the hemicelluloses. Paper Trade J., 122:35-43.

[17] Young, R.A. 1997. Processing of agro-based resources into pulp and paper, Composites from agro-based resources., Crc Press/Lewis Publishers, New York.

www.SID.ir

Archive of SID

[18] Singh, N., 2007. Influence of fungal diversity and production of cellulolytic enzymes on decay of stored bagasse., University of Pretoria.

[19] Luz, S.M.D., Goncalves, A.R. and Del'Arco Jr, A.P., 2007. Mechanical behavior and microstructural analysis of sugarcane bagasse fibers reinforced polypropylene composites. Composites Part A: applied science and manufacturing, 38(6):1455-1461.

[20] Rodríguez, A., Moral, A., Serrano, L., Labidi, J. and Jiménez, L.J.B.T., 2008. Rice straw pulp obtained by using various methods. 99:2881-2886.

[21] Biermann, C.J., 1996. Handbook of pulping and papermaking. Elsevier.

[22] Kim, M., Aita, G. and Day, D.F., 2010. Compositional changes in sugarcane bagasse on low temperature, long-term diluted ammonia treatment. Applied biochemistry and biotechnology, 161(1-8):34-40.

[23] Mossello, A.A., Harun, J., Resalati, H., Ibrahim, R., Shams, S.R.F. and Tahir, P.M., 2010. New approach to use of kenaf for paper and paperboard production. BioResources, 5(4):2112-2122.

[24] Villar, J.C., Revilla, E., Gómez, N., Carbajo, J.M. and Simón, J.L., 2009. Improving the use of kenaf for kraft pulping by using mixtures of bast and core fibers. Industrial crops and products, 29(2-3): 301-307.

[25] Seth, R.S., 2001. The difference between never-dried and dried chemical pulps. Tappi conference proceedings, 1(1).

[26] Page, D. H. and MacLeod, J.M., 1992. Fiber strength and its impact on tear strength. Tappi journal, 75(1): 172-174.

[27] Mohta, D.C., Roy, D.N. and Whiting, P., 2004. Refiner mechanical pulp from kenaf for newsprint manufacture. Tappi journal, 3(4):9-14.

[28] Clark, J.D.A., 1978. Pulp technology and treatment for paper. Pulp technology and treatment for paper. 848 p.

[29] CE., B., 1981. Properties of paper. Pulp and paper, chemistry and chemical technology. JP Casey, Ed., New York, NY.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of protexin enzyme for bagasse storage on pulp and paper properties

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of using the protexin enzyme (percentage and repetition) as a probiotic agent on the properties of stored bagasse for pulp and paper production. For this purpose, the protexin was added at three concentrations of %0.125, %0.25 and %0.5 based on oven-dry weight of bagasse and two treatment times: once (adding protoxin at the beginning and storage for six months) and twice (adding protexin at the beginning and after three months). Then, the treatment bagasse was evaluated for physical properties (weight loss and pH), and chemical compositions. After that, soda pulp was done under active alkali 17%, cooking temperature of 170 °C and cooking time of 30 minutes. Finally, the properties of pulp and paper were measured and compared with green and control samples without treatment. Results showed that using of protexin enzyme with a concentration of 0.5%, twice resulted in the highest conservation status of stored bagasse in terms of the quality of the raw material and pulp and paper properties. In general, the greater the concentration and frequency of using of the enzyme protexin in bagasse storage, a greater improvement in the quality of bagasse and pulp and paper properties can be achieved.

Keywords: bagasse storage, probiotic, protexin enzyme, soda pulp, pulp and paper properties.

A. Azizi Mossello[1*]
A. Savari[2]
P. Rezayati-Charani[3]

[1] Assistant prof., Department of cellulose technology engineering, Natural resources faculty, Behbahan Khatam Alanbia university of technology, Behbahan, Iran

[2] Graduated Master of pulp and paper technology, Department of cellulose technology engineering, natural resources faculty, Behbahan Khatam Alanbia university of technology, Behbahan

[3] Assistant prof., Department of cellulose technology engineering, natural resources faculty, Behbahan Khatam Alanbia university of technology, Behbahan, Iran

Corresponding author:
Azizi1353@gmail.com

Received: 2019/06/01
Accepted: 2019/07/07

www.SID.ir