Archive of SID

مجله‌ی علمی، پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی زنجان
دوره‌ی ۱۷، شماره‌ی ۶۸، پاییز ۱۳۸۸، صفحات ۱ تا ۸

بررسی جذب بیولوژیکی سرب با استفاده از جرم‌بیولوژیکی زنده‌ی قارچ‌های جدا شده از پساب و خاک آلوده به سرب

علی اسدی[۱]، دکتر محمدرضا مهراسبی[۲]، دکتر نورامیر مظفر[۳]، دکتر مهدی رهنما[۴]

نویسنده‌ی مسئول: دانشگاه علوم پزشکی زنجان، دانشکده‌ی بهداشت، گروه بهداشت محیط zmehr@zums.ic.ir

دریافت: ۸۷/۱۲/۲۷ پذیرش: ۸۸/۵/۱۱

چکیده

زمینه و هدف: *سرب از طریق مواد زائد صنایع به منابع آب و خاک وارد شده، اثرات بسیار مضر بر سلامت انسان دارد. در این تحقیق قارچ‌های مقاوم به سرب جداسازی شده از فاضلاب کارخانه‌ی سرب و روی زنجان، تا حد جنس مورد شناسائی قرار گرفته‌اند. هدف از این مطالعه، تعیین ظرفیت جذب بیولوژیکی سرب در جرم بیولوژیکی زنده‌ی قارچ‌های مقاوم به سرب بوده است.*

روش بررسی: *پس از نمونه‌برداری از پساب و خاک اطراف مسیل خروجی شرکت ملی سرب و روی ایران در زنجان، بر روی محیط کشت سابرو دکستروز آگار حاوی یون سرب عملیات کشت انجام شد. با انجام کشت‌های جداگانه از هر کدام از کلنی‌های تشکیل یافته در محیط کشت سابرو دکستروز آگار و پس از جداسازی و خالص‌سازی قارچ‌ها، با استفاده از مشخصات کلنی‌ها و بررسی مورفولوژیکی و رنگ‌آمیزی لاکتوفنل‌کاتن‌بلو، قارچ‌های ایزوله شده، شناسایی گردیدند. حداقل غلظت بازدارندگی سرب برای هر یک از ایزوله‌ها در محیط کشت سابرو دکستروز آگار حاوی غلظت‌های ۱۰۰ تا ۴۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سرب تعیین شد و در محیط‌های کشت جداگانه‌ی سابرو دکستروزبراث حاوی یون سرب با غلظت‌های ۵۰، ۱۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ظرفیت جذب بیولوژیکی سرب اندازه‌گیری شد.*

یافته‌ها: *در این تحقیق یک گونه‌ی رایزوپوس، یک گونه‌ی آسپرژیلوس و دو گونه‌ی پنیسیلیوم جداسازی شد. حداقل غلظت بازدارندگی گونه‌ی رایزوپوس ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و برای بقیه‌ی گونه‌ها ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. حداکثر جذب سرب توسط آسپرژیلوس به میزان ۵۱/۵ میلی‌گرم بر گرم جرم خشک قارچ و برای رایزوپوس و گونه‌های جداسازی شده‌ی پنی‌سیلیوم به ترتیب ۱۹/۲، ۲۵/۶ و ۱۲/۵ بود.*

نتیجه‌گیری: *با توجه به حذف بالای ۷۰ درصدی بدست آمده توسط آسپرژیلوس و گونه‌های پنی‌سیلیوم استفاده شده، این روش بیولوژیکی به عنوان یک روش تصفیه‌ی سرب پیشنهاد می‌شود.*

واژگان‌کلیدی: سرب، جرم بیولوژیکی زنده‌ی قارچی، جذب بیولوژیکی، زنجان

مقدمه

فلزات سنگین در فعالیت‌های صنعتی تولید و مصرف می‌شوند و از طریق مواد زائد صنایع وارد آب‌های زیر زمینی، رودخانه‌ها و دریاها و خاک می‌شوند. اثرات سوء آنها بر سلامت انسان و دیگر موجودات زنده کاملا شناخته و گزارش

۱- کارشناس ارشد میکروب‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی زنجان
۲- دکترای تخصصی بهداشت محیط، استادیار دانشگاه علوم پزشکی زنجان
۳- دکترای تخصصی میکروب‌شناسی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی زنجان
۴- دکترای تخصصی فیزیولوژی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی زنجان

www.SID.ir

Archive of SID

شده است. سرب یکی از پر مصرف‌ترین این دسته از فلزات در صنایع می‌باشد. این فلز در صنایع معدنی، کارخانجات تولید باطری، رنگ‌سازی، سوخت‌ها و صنایع تولید مواد عکاسی و کارخانجات تسلیحات استفاده فراوانی دارد. استخراج و تغلیظ و تولید شمش سرب نیز با تخلیه‌ی این فلز به محیط زیست از راه فاضلاب‌ها و یا زائدات جامد همراه است. سرب یک ماده بسیار سمی است به‌طوری‌که غلظت‌های بالاتر از ۵ نانوگرم در میلی‌لیترآن در آب آشامیدنی اثرات مضر بر سلامتی انسان نظیر آنمی، آنسفالوپاتی و سندرم‌های کلیوی را به همراه دارد (۱).

به طور مرسوم فرآیندهای اکسیداسیون و احیا، ترسیب شیمیائی، فیلتراسیون، تصفیه و تبخیر الکتروشیمیائی برای جداسازی سرب از فاضلاب‌ها به‌کار گرفته می‌شود (۲). اکثر این فرآیندهای شیمیائی با تشکیل لجن‌های شیمیائی که به سختی تصفیه می‌شوند همراه بوده، به تاسیسات پیشرفته و پرهزینه نیاز دارند (۳). یکی از روش‌هایی که در سال‌های اخیر جهت جداسازی این فلزات مورد توجه قرار گرفته است، جذب بیولوژیکی می‌باشد. پدیده‌ی جذب بیولوژیکی یک فرآیند متابولیکی و غیرمتابولیکی است که در این فرآیند، فلزات سنگین توسط جایگاه‌های جذب موجود در دیواره‌ی سلولی جذب می‌شوند و یا در فرآیندهای بیوشیمیائی سلول شرکت می‌کنند. باکتری‌ها، مخمرها، قارچ‌ها و جلبک‌ها در این فرآیند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نیروی الکترواستاتیک باعث می‌شود که یون‌های فلزی با بار منفی موجود در روی دیواره‌ی سلولی، جذب سطحی شود. این مکانسیم در قارچ‌ها نیز به اثبات رسیده است. مقادیر زیاد جذب کادمیم روی سطوح خارجی آسپرژیلوس اوریزه آ، مثالی از این نوع جذب می‌باشد. دیواره‌ی سلولی قارچ‌های حقیقی از سه لایه تشکیل شده است که عبارت از لایه‌ی کتیتین، لایه‌ی ۱ و ۳ بتا گلوکان و یک لایه مانوپروتئین که یک گلیکوپروتئین حاوی مانوز، می‌باشد. کتیتین پلیمر N استیل D گلوکز ۲ آمین است. تئوری غالب جذب در قارچ‌ها اتصال فلز به نیتروژن موجود در کیتین دیواره‌ی سلولی می‌باشد (۴). قارچ‌ها قادرند فلزات و شبه فلزات و ترکیبات آلی- فلزی را در فرآیندهای احیا، متیلاسیون و و دآلکیلاسیون وارد نموده، آن‌ها را از محیط جداسازی نمایند و سمیت آن‌ها را کاهش دهند (۵). با توجه به اینکه جذب زیستی فلزات، روی قارچ‌ها فقط وابسته به فرآیندهای متابولیکی نیست، از سلول‌های مرده‌ی قارچی نیز می‌توان برای جذب زیستی استفاده نمود. پاول و همکاران از باسیلوس سروس M۱۱۶ برای جذب بیولوژیکی فلزات استفاده کردند. این محققین ظرفیت جذب حدود ۵۰ میلی‌گرم سرب را در هر گرم وزن خشک گزارش نمودند (۶). آیتان و همکاران گزارش کردند که استافیلوکوکوس ساپرفیتیکوس قادر است، یون‌های سرب، مس و کروم را به ترتیب به میزان ۱۰۰، ۲۴/۱۹ و ۱۴/۷ درصد در محلول‌های مجزا و به ترتیب به میزان ۱۰۰، ۲۵، ۲۴ درصد از محلول مخلوط این فلزات جذب کند (۷). السعید و همکاران از قارچی به نام کانینگاملا (Cunninghamella Echinulata) برای جذب فلزات سنگین استفاده کردند. این محققین حداکثر جذب سرب، مس و روی را به ترتیب ۴۵، ۲۰، ۱۸/۸ میلی‌گرم بر گرم گزارش نمودند (۸).

یکی از قارچ‌هایی که بسیار مورد مطالعه قرار گرفته است، آسپرژیلوس نیجر می‌باشد که تحقیقات زیادی در ارتباط با جذب بیولوژیکی فلزات مختلف روی آن انجام شده است. دورسان و همکاران در تحقیقات مختلف حداکثر جذب مس و سرب را به ترتیب ۲۸/۷ و ۳۲/۶ میلی‌گرم بر گرم گزارش نمودند. این محققین از سود به‌عنوان یک ماده پیش تیمار جهت بالا بردن ظرفیت جذب این قارچ استفاده کردند (۹). کاپور و همکاران ظرفیت جرم زنده‌ی این قارچ در جذب سرب را ۲/۲۵ میلی‌گرم بر گرم گزارش نمودند (۱۰). همچنین آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس فومیگاتوس و

www.SID.ir

آسپرژیلوس نیدولانس نیز جهت جذب بیولوژیکی فلزات استفاده شده‌اند (۱۱). در این تحقیق قارچ‌های جداسازی شده از فاضلاب‌های کارخانه‌ی سرب و روی زنجان تا حد جنس، مورد شناسائی و ظرفیت جذب بیولوژیکی سرب توسط آن‌ها مورد آزمایش قرار گرفته شد. حداکثر غلظت قابل تحمل یا حداقل غلظت بازدارندگی آن‌ها نیز اندازه‌گیری شده است. هدف از اجرای این تحقیق امکان استفاده از قارچ‌های بومی و مقاوم شده در مناطق آلوده به سرب و روی جهت حذف سرب از محیط آبی یا فاضلاب بوده است.

روش و بررسی

این مطالعه از نوع مطالعات تجربی بود و متغیرهای اصلی آن ظرفیت جذب، حداقل غلظت بازدارندگی و راندمان جذب بود. جداسازی قارچ‌ها از پساب وخاک اطراف مسیل خروجی شرکت ملی سرب و روی زنجان به منظور جدا سازی قارچ‌های بومی مقاوم به سرب و سازگار با فلزات سنگین، نمونه‌برداری انجام گرفت، نمونه‌ی پساب با نمونه‌ی خاک تیمار داده شد و رقت‌های مناسب (۱به۱۰ تا ۱به صدهزار) از نمونه‌ی پساب تهیه و ۱ میلی‌لیتر از هر رقت برداشته، به روش پخش کردن روی پلیت، در محیط کشت SDA (سابرو دکستروز آگار) واجد کلرامفنیکل (جهت جلوگیری از رشد باکتری‌ها) و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر یون سرب، کشت گردید. برای دستیابی به نتیجه‌ی بهتر برای هر رقت از دو سری محیط کشت استفاده گردید. محیط‌های کشت در دمای ۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۷ تا ۱۰ روز قرار داده شد. جهت جداسازی و خالص سازی قارچ‌ها، از هر کدام از کلنی‌های تشکیل یافته، توسط فیلد و پلاتین نمونه‌برداری و به محیط‌های کشت جداگانه SDA انتقال و در انکوباتور ۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت یک هفته قرار داده شد.

تعیین MIC (حداقل غلظت بازدارندگی) سرب برای هر یک از ایزوله‌ها: برای تعیین MIC دو سری محیط کشت SDA حاوی غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۴۰۰، ۱۶۰۰، ۱۸۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از یون سرب، برای هر یک از قارچ‌های جداسازی شده تهیه گردید. قارچ‌های ایزوله شده در این محیط کشت‌ها، کشت داده شدند و پس از ۵ روز انکوباسیون در دمای ۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد، رشد آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت و MIC برای هر ایزوله تعیین گردید.

شناسایی قارچ‌های ایزوله شده: با استفاده از مشخصات کلنی‌ها، در کشت خالص انجام گرفته بر روی محیط کشت SDA و بررسی مورفولوژیکی توسط میکروسکوپ با تهیه‌ی اسلاید کالچر و رنگ‌آمیزی لاکتوفنل‌کاتن‌بلو، قارچ‌های ایزوله شده شناسایی گردید و با استفاده از میکروسکوپ مانیتورینگ از اسلایدها عکس تهیه گردید (۱۲).

بررسی ظرفیت جذب: ابتدا برای هر قارچ به صورت دوبل محیط کشت SDB حاوی یون سرب با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تهیه و قارچ‌های مقاوم در شرایط استریل کشت گردید، از هر کدام از محیط کشت‌ها قبل از انتقال میکروارگانیسم به آن ۳۰ میلی‌لیتر نمونه به عنوان شاهد برداشت شد، کشت‌های فوق ۵ روز دردمای ۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد و PH=۴/۵ در سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه درون انکوباتور شیکردار انکوبه گردید. سپس محیط کشت در دور ۸۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ و مایع صاف شده روئی جدا گردید. برای نگهداری موقت تا هنگام آزمایش، به هر یک از نمونه‌ها یک قطره HNO3 غلیظ اضافه، در یخچال قرار داده شدند. میزان غلظت سرب با استفاده از روش جذب اتمیک (Varian AA-240) تعیین گردید.جهت تعیین وزن بیومس، کاغذ صافی (واتمن ۴۱) در دمای ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد خشک و پس از خنک شدن در دسیکاتور، وزن اولیه‌ی آن یاداشت گردید. محیط کشت حاوی قارچ از کاغذ صافی عبور داد شد و بعد از چند مرتبه

www.SID.ir

Archive of SID

شست‌وشو با آب مقطر، در دمای ٦٠ درجه‌ی سانتی‌گراد خشک و پس از خنک شدن در دسیکاتور، وزن ثانویه ثبت و جرم بیومس خشک محاسبه گردید. با استفاده از نتایج بدست آمده ظرفیت جذب زیستی و راندمان جذب محاسبه گردید.

یافته‌ها

قارچ‌های جداسازی شده در این تحقیق از طریق بررسی ساختار ظاهری کلنی‌های رشدیافته و رنگ‌آمیزی لاکتو فنل کاتن بلو در کشت خالص در محیط کشت SDA شناسایی گردیدند. این قارچ‌ها یک گونه‌ی رایزوپوس، یک گونه‌ی آسپرژیلوس و دو گونه‌ی پنیسیلیوم بودند. گونه‌های پنیسیلیوم با پسوند SP2,SP1 مشخص شده‌اند. در این تحقیق با استفاده از محیط‌های کشت که در غلظت‌های مختلف سرب تهیه شده بود، میزان MIC برای قارچ‌های جداسازی شده اندازه‌گیری شد. بالاترین غلظتی که کلنی‌ها کاملاً شکل می‌گرفت، به‌عنوان حداقل غلظت باز دارندگی منظور گردید. کشت‌ها در یک دوره‌ی ۵ روزه انجام شد و MIC گونه‌ی رایزوپوس، ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و برای بقیه‌ی گونه‌ها، ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تعیین شد که این غلظت به نسبت میزان سربی که در محیط فاضلاب‌های صنعتی است، بسیار بالاتر بود و نشان می‌داد که در محیط فاضلاب‌ها به‌راحتی این گونه‌های قارچی مقاومت نموده و قادر به رشد می‌باشند. نتایج حاصل از فرآیند جذب بیولوژیکی در هر کدام از قارچ‌ها در جدول ۱ آمده است.

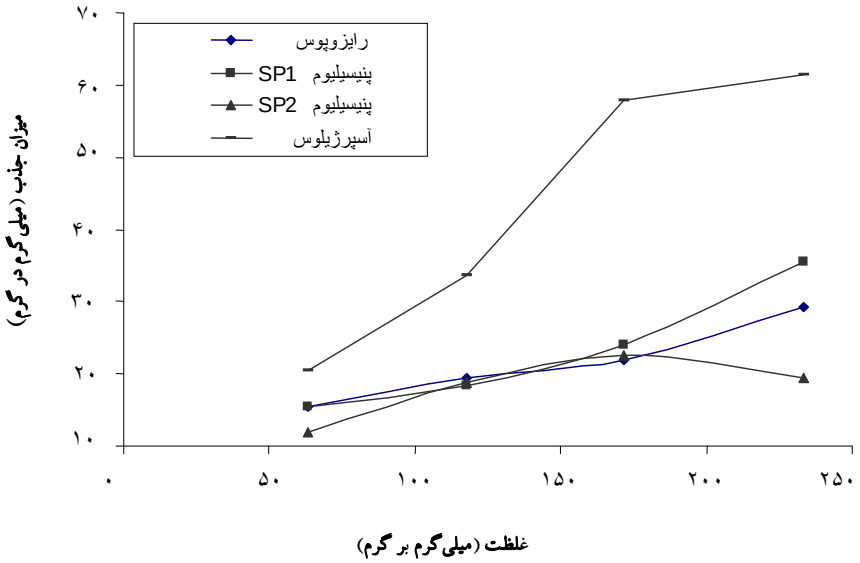
جدول ۱: نتایج حاصل از آزمایشات جذب سرب بر روی قارچ‌های جداسازی شده

نام قارچ	غلظت اولیه‌ی سرب (میلی‌گرم در لیتر)	غلظت نهائی سرب (میلی‌گرم در لیتر)	وزن خشک قارچ (گرم)	ظرفیت جذب (میلی‌گرم در گرم)	درصد جذب
رایزوپوس	٦٣	٣٤/٨	٠/٢٥٩	٥/٥	٤٤/٨
	١١٨	٧٩/٢	٠/٢٠٥	٩/٤	٣٢/٧
	١٧٢	١١١/٨	٠/٢٥٠	١٢	٣٤/٨
	٢٣٤	١٦٦	٠/١٧٦	١٩/٢	٢٨/٩
پنیسیلیوم SP1	٦٣	١٣/٨	٠/٤٤٦	٥/٥	٧٨/١
	١١٨	٤٢/٧	٠/٤٥٠	٨/٣	٦٣/٧
	١٧٢	٣٧/٢	٠/٤٨١	١٤	٧٨/٣
	٢٣٤	٢٧/٢	٠/٤٠٢	٢٥/٦	٨٨/٤
پنیسیلیوم SP2	٦٣	٥٠/٢	٠/٣٤٥	١/٩	٢٠/٤
	١١٨	٣٧/١	٠/٤٦٣	٨/٧	٦٨/٥
	١٧٢	٨٤/١	٠/٣٥١	١٢/٥	٥١
	٢٣٤	١٤٨/٣	٠/٤٥٧	٩/٣	٣٦/٥
آسپرژیلوس	٦٣	٤/١	٠/٢٨١	١٠/٥	٩٣/٥
	١١٨	٤/٣	٠/٢٣٩	٢٣/٧	٩٦/٣
	١٧٢	٤/٢	٠/١٧٥	٤٧/٨	٩٧/٦
	٢٣٤	٨/٢	٠/٢١٩	٥١/٥	٩٦/٥

www.SID.ir

Archive of SID

در نمودار ۱ تغییرات میزان جذب سرب بر هر گرم جرم جاذب (بیومس زنده‌ی قارچ) در مقابل غلظت‌های اولیه‌ی مختلف سرب در محیط نشان داده شده است. همان‌گونه که در جدول نشان داده شده است، حداکثر جذب سرب توسط آسپرژیلوس به میزان ۵۱/۵ میلی‌گرم بر گرم جرم خشک قارچ بوده است. این میزان به ترتیب توسط رایزوپوس، پنی سیلیوم SP1 و پنی‌سیلیوم SP2 حداکثر ۱۹/۲، ۲۵/۶ و ۱۲/۵ به‌دست آمده است. میزان جذب بیولوژیکی سرب توسط آسپرژیلوس بسیار بالاتر از مقادیر مربوط به سایر قارچ‌هاست. در جنس‌های رایزوپوس و پنی‌سیلیوم SP1 میزان جذب در مقابل غلظت اولیه‌ی فلز به صورت خطی افزایش می‌یابد، در حالی‌که در پنی‌سیلیوم SP2 و آسپرژیلوس میزان جذب پس از رسیدن به نقطه‌ی حداکثر، روند کاهش و یا تقریباً ثابت داشته است. حداکثر درصد حذف قابل توجه سرب در آسپرژیلوس و پنی‌سیلیوم SP1 بدست آمد که به ترتیب برابر ۹۷/۶ و ۸۸/۴ درصد بود.



نمودار ۱: تغییرات ظرفیت جذب سرب در مقابل غلظت اولیه سرب در محیط کشت

بحث

نتایج تحقیق نشان داد که از بین قارچ‌های جداسازی شده، آسپرژیلوس از قدرت جذب بیولوژیکی سرب بالاتری برخوردار است. ظرفیت جذب کلیه‌ی قارچ‌ها با افزایش غلظت اولیه‌ی فلز افزایش می‌یابد که این افزایش می‌تواند به علت افزایش نیروی محرکه‌ی جذب ناشی از گرادیان غلظت در انتقال جرم باشد. اما از آنجائی‌که ظرفیت جذب (به صورت سطحی و یا به صورت واکنش‌های متابولیکی) دارای حد مشخصی است، درصد جذب با افزایش غلظت فلز کاهش می‌یابد. در این تحقیق از جرم زنده‌ی قارچ جهت جذب استفاده شد، بنابراین نمی‌توان از مدل‌های ایزوترم جذب استفاده نمود. زیرا اولاً جذب فقط جذب سطحی نیست و بخشی از فلزات ممکن است از طریق واکنش‌های متابولیکی نیز حذف شوند و از طرفی دیگر در فرآیند جذب،

www.SID.ir

Archive of SID

به علت رشد قارچ، جرم جاذب به‌طور دائم در حال افزایش می‌باشد و نمی‌توان به طور کامل شرایطی را فراهم نمود که در کلیه‌ی محیط‌های کشت در غلظت‌های مختلف فلز، رشد یکسان انجام شود. منحنی‌های رسم شده که تغییرات ظرفیت جذب را در مقابل غلظت اولیه نشان می‌دهند، فقط روند تغییرات جذب را با فرض اینکه سرعت رشد قارچ در هر محیط متأثر از غلظت فلز می‌باشد، نشان می‌دهد و می‌توان از آن‌ها فقط الگوی تغییرات را تفسیر نمود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در قارچ‌های رایزوپوس و پنی‌سیلیوم SP1 الگوی تغییرات خطی است ولی در قارچ‌های پنی‌سیلیوم SP2 و آسپرژیلوس افزایش ظرفیت جذب به یک نقطه‌ی حداکثر رسیده، سپس متوقف شده است. اگر چه در آسپرژیلوس میزان جذب خیلی بالاتر از سایر قارچ‌هاست، ولی دارای یک حداکثر ۵۱/۵ میلی‌گرم بر گرم بوده است. از طرفی جذب سطحی فلزات به دیواره‌ی کیتینی قارچ‌ها نیز به اثبات رسیده است. کاپور و همکاران حداکثر ظرفیت بیولوژیکی پنی‌سیلیوم SP را ۵ میلی‌گرم سرب بر گرم گزارش کرده‌اند. در حالی‌که سای و همکاران ظرفیت جذب سرب را در پنیسیلیوم کانسنس (Penicillium Canescens) ۲۱۳ میلی‌گرم بر گرم گزارش نموده‌اند (۱۴و ۱۳). محققین دیگر مقادیر جذب سرب را توسط گونه‌های مختلف پنی‌سیلیوم بین این دو مقدار گزارش نموده‌اند. در این تحقیق حداکثر جذب در این جنس ۵۱/۵ میلی‌گرم بر گرم به دست آمده است. به‌طور قطع در این تحقیق نیز در صورتی‌که از گونه‌ی خاص پنی‌سیلیوم یا قارچ‌های دیگر استفاده می‌شد، ظرفیت جذب بالاتری به‌دست می‌آمد. ولی از آنجائی‌که در سیستم‌های تصفیه‌ی فاضلاب، امکان خالص نگهداشتن محیط برای یک گونه‌ی خاص امکان‌پذیر نیست، استفاده از نتایج این تحقیق قابل توجه است. در این تحقیق حداکثر ظرفیت جذب سرب توسط آسپرژیلوس به‌دست آمد. محققین دیگر، گونه‌های مختلف آسپرژیلوس را جهت جذب سرب مورد آزمایش قرار داده‌اند. ظرفیت جذب بدست آمده در جنس آسپرژیلوس در این تحقیق از ظرفیت گزارش شده توسط اکثر محققین بیشتر بوده است. کاپور و همکاران ظرفیت جذب سرب توسط آسپرژیلوس نیجر را ۲/۲۵ و دورسان و همکاران این مقدار را ۳۲/۶ میلی گرم بر گرم گزارش نموده‌اند (۹ و۸). در حالی‌که رقم بدست آمده در این تحقیق بالاتر از این مقادیر بوده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق و با توجه به این‌که قارچ‌ها علاوه بر جذب بیولوژیکی فلزات در سیستم‌های تصفیه‌ی فاضلاب ترکیبات آلی را نیز تثبیت می‌کنند، تنظیم شرایط رشد آن‌ها در یک سیستم تصفیه خانه و یا در یک واحد جداگانه‌ی تصفیه‌ی فاضلاب می‌تواند سرب را به مقدار قابل توجهی از محیط حذف نماید. با توجه به حذف بالای ۷۰ درصدی بدست آمده توسط آسپرژیلوس و گونه‌های پنی‌سیلیوم استفاده شده، این روش بیولوژیکی به عنوان یک روش تصفیه‌ی سرب پیشنهاد می‌شود و لازم است جهت تجاری شدن روش و کارائی این قارچ‌ها در واحدهای بزرگ‌تر تحقیقات دیگری به‌عمل آید.

منابع

1- Waihung L, Hong C, Hung K, Ping B.S. A comparative investigation on the biosorption of lead by filamentous fungal biomass. *Chemosphere*. 1999; 39: 2723-36.

2- Baik WY, Cho KM, Hartmeier W.

www.SID.ir

Biosorption of heavy metals using whole mold mycelia and parts thereof. *Bioresour Technol*. 2002; 81: 167-70.

3- Deepa KK, Sathishkumar M, Binupriya AR, et al. Biosorption of Cr(VI) from dilute solutions and wastewater by live and pretreated biomass of *Aspergillus flavu*s. *Chemosphere*. 2006; 62: 833-40.

4- Nareshkumar R, Nagendran R. Lead biosorption onto waste beer yeast by-product, a means to decontaminate effluent generated from battery manufacturing industry Krishnakumar Parvathi. *Electron J of Biotechnol.* 2007; 10.

5- Gadd GM. Mycotransformation of organic and inorganic substrate. *Mycologist.* 2004; 18: 60-70.

6- Paul S, Bera D, Chattopadhyay P, and Ray L. Biosorption of pb(II) by *Bacillus cereus* M^{1}_{16} immobilized in calcium alginate gel. *J Hazardous Res.* 2006; 5: 1-13.

7- Ilhan S, Nourbakhsh M, Arslan S, Ozdag H. Removal of Chromium, Lead and Copper ions from industrial wastewaters by *Staphylococcus saprophyticus*. *Turkish Electron J Biotechnol.* 2004; 2: 50-7.

8- El-Sayed M, El-Morsy. *Cunninghamella echinulata* a new biosorbent of metal ions from polluted water in Egypt. *Mycologia*. 2004; 96: 1183-9.

9- Dursun AY. A comparative study on determination of the equilibrium, kinetic and thermodynamic parameters of biosorption of copper(II) and lead(II) ions onto pretreated *Aspergillus niger*. *Biochem Eng J* .2006; 28 :187-95.

10- Kapoor A, Viraraghavan T, Cullimore DR. Removal of heavy metals using the fungus *Aspergillus niger*. *Bioresour Technol* .1999; 70: 95-104.

11- Jianlong W, Can C. Biosorbents for heavy metals removal and their future. *Biotechnol Advances.* 2009; 27: 195-226.

12- Poorkarim M, Nejatollahi H. [In Translation] Gotens M. Mycology for medical students. Tehran: Koosha Mehr; 1997.

13- Kapoor A, Viraraghavan T. Fungal biosorption - an alternative treatment option for heavy metal bearing wastewaters: a review, *Bioresour Technol*, 1995; 53: 195-206.

14- Say R, Yimaz N and Denizli A. Removal of heavy metal ions using the fungus *Penicillium canescens, Adsorpt Sci Technol*. 2003; 21: 643-50.

www.SID.ir

Archive of SID

Biosorption of Lead by Active Biomass of Fungi isolated from Lead Polluted Effluent and Soil

Asadi A[1], Mehrasbi MR[2], Amirmozafar N[1], Rahnama M[1]

[1]Islamic Zanjan Azad University, Zanjan, Iran.

[2]Dept. of Environmental Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran.

Corresponding Author: Mehrasbi MR, Dept. of Environmental health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran.

Email: zmehr@zums.ac.ir

Received: 17 Mar 2009 **Accepted:** 2 Aug 2009

Background and Objective: Lead is one of the heavy metals which releases into water and soil resources through industrial wastes and poses serious harmful effects on human health. This study was conducted to determine the biosorption capacity of lead by active biomass of lead resistant fungi.

Materials and methods: In this study the lead –resistant fungi were isolated from effluent of Zanjan Lead and Zinc factory and lead biosorption capacities of isolated fungi were studied by biosorption experiments. A collection of fungi colony was isolated in SDA media and then every colony was cultured in separate media. The fungi colonies were identified via morphological characteristics and Lacto phenol Caten Blue. The MIC of fungi was determined and their lead biosorption capacities were measured by culturing the fungi in SDB media that were polluted with 50-200 mg/L of lead.

Results: The isolated fungi were one Spp. of Rhizopus, two Spp. of Penicillium and one Spp. of Aspergillus. The MIC of Rhizopus was 2500 and for others was 3000 mg/L. The maximum lead biosorption capacities were 51.5, 19.2, 25.6 and 12.5 (mg per g of dry weight of fungi biomass) for Rhizopus, two Spp. of Penicillium and Aspergillus respectively.

Conclusion: The maximum lead biosorption capacity of Penicillium and one Spp. of Aspergillus was higher than 70%, thus biosorption of lead is an efficient method for treatment of lead polluted effluents.

Key words: Lead, Fungal active biomass, Biosorption, Zanjan

www.SID.ir